PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Ecología trófica de una comunidad de murciélagos frugívoros en un bosque montano del suroriente ecuatoriano

Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Biológicas

SANTIAGO R. ESPINOSA ANDRADE

Quito, 2000

Certifico que la disertación de Licenciatura en Ciencias Biológicas del candidato Santiago R. Espinosa Andrade ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada a la calificación correspondiente.

_____

Dr. Tjitte de Vries

Director de Disertación

A mis padres, a mis amigos, a esos seres nocturnos que no hablan nuestra *lengua* y *que noche tras noche* silenciosamente ven como su casa se destruye junto con ellos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente a Tjitte De Vries, Director de esta disertación; a Santiago Ron y Julio Sánchez, por sus correcciones y ayuda en los análisis estadísticos; a Luis Albuja, Director del Centro de Información e Investigación de Zoología de vertebrados de la EPN y contraparte nacional del proyecto de murciélagos y ortópteros de la universidad de Erlangen, quien siempre estuvo dispuesto a brindarme su guía y apoyo; a Felix Matt, quien se convirtió en un gran amigo y en forma generosa ofreció valiosas orientaciones y compartió sus conocimientos.

A las siguientes instituciones, las que colaboraron con el financiamiento de este trabajo:

- La Fundación San Francisco, Loja, en cuya estación se realizó el presente estudio, en especial a Renzo Paladines y Rainer Bussmann quienes además me brindaron su amistad.
- La Universidad de Erlangen, Alemania, en especial a Otto von Helversen, Director del proyecto de murciélagos y ortópteros que se lleva a cabo en la ECSF.

A Jorge López, Diego Tirira y Freddy Trujillo, por sus valiosos consejos e ideas.

A Eugenia del Pino y Diego Morales, por su ayuda en las fotografías con el estereoscopio.

A quienes estuvieron en la ECSF durante mi estadía e hicieron más fácil mi trabajo, en especial a Holger Braun, a Syafrimen Yasin, a María y a Oswaldo.

A quienes conocí en Loja, especialmente a la familia Paladines por su generosidad y hospitalidad, a Sonia Sotomayor y Soraya Arrobo por ofrecerme su amistad y ayuda.

A mis amigos y compañeros por estar conmigo en todo momento, en especial a Lorena, Rommel (quien me ayudó mucho con el análisis estadístico), Toño, Pato, Andrés, Juan Fernando, Juan Manuel, y todos los demás, gracias por su apoyo moral...

TABLA DE CONTENIDOS

1. Resumen..... 1
2. Abstract..... 3
3. Introducción..... 5
4. Materiales y métodos..... 10
4.1. Área de estudio..... 10
4.2. Trabajo de campo..... 11
4.3. Análisis estadísticos..... 14
5. Resultados..... 22
5.1. Composición de la comunidad de murciélagos en el área de estudio..... 22
5.2. Plantas utilizadas como recursos alimenticios..... 23
5.3. Hábitos alimenticios..... 24
5.4. Presencia de las especies a lo largo del estudio..... 27
5.5. Germinación de semillas..... 27
5.6. Área de vida de *Sturnira erythromos*..... 28
5.7. Notas sobre actividad reproductiva..... 29
5.8. Análisis estadísticos..... 30
6. Discusión..... 33
6.1. Plantas utilizadas y su relación con la regeneración de la cobertura vegetal..... 33
6.2. Preferencias alimenticias..... 36
6.3. Amplitud y especificidad de la dieta..... 38
6.4. Competencia intrerespecífica por los recursos alimenticios..... 40
6.5. Desplazamientos estacionales..... 42
6.6. Área de vida y conducta de forrajeo de *Sturnira erythromos*..... 43
6.7. Actividad reproductiva..... 45
6.8. Conclusiones..... 47
7. Literatura citada..... 50
8. Figuras..... 57
9. Tablas..... 73
10. Anexos 87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio, Estación Científica San Francisco..... 58
2. Área de la ECSF..... 59
3. Precipitación en el área de estudio (Datos de INAMHI).....60
4. Abundancia relativa de las especies de murciélagos capturadas en el área de la ECSF 60
5. Proporción de capturas a nivel de individuos de los tres gremios de murciélagos encontrados..... 61
6. Abundancia relativa de las especies de murciélagos frugívoras capturadas en el área de la ECSF 61
7. Porcentaje de ítems alimenticios agrupados en sus familias, utilizados por los murciélagos 62
8. Proporción de cada familia vegetal en la dieta de *Sturnira erythromos*..... ... 63
9. Proporción de utilización de cada familia vegetal a nivel de individuos (*S. erythromos*)..... 63
10. Proporción de cada familia vegetal en la dieta de *Carollia perspicillata* 64
11. Proporción de utilización de cada familia vegetal a nivel de individuos (*C. perspicillata*)..... 64
12. Proporción de cada familia vegetal en la dieta de *Sturnira* ludovici..... 65
13. Proporción de utilización de cada familia vegetal a nivel de individuos (*S. ludovici*)..... 65
14. Proporción de cada familia vegetal en la dieta de *Sturnira bidens* 66
15. Proporción de utilización de cada familia vegetal a nivel de individuos (*S. bidens*)..... 66
16. Proporción de cada familia vegetal en la dieta de *Platyrrhinus infuscus* 67
17. Proporción de utilización de cada familia vegetal a nivel de individuos (*P. infuscus*).....67
18. Abundancia relativa de las cinco especies de murciélagos por mes 68
19. Área de vida del individuo seguido con radio telemetría..... 69

20. Agrupamiento de las cinco especies de murciélagos en cuanto a la similitud de sus dietas 70

21. Regresión lineal de la presencia de *Sturnira erythromos* y *S. bidens* en el área 71

22. Ciclo reproductivo de *Sturnira erythromos* 72

LISTA DE TABLAS Y ANEXOS

Tabla **1.** Especies de murciélagos encontradas en la ECSF..... 74

2. Registros alimenticios de la comunidad de murciélagos frugívoros..... 75

3. Hábitos alimenticios de *Sturnira erythromos*..... 76

4. Hábitos alimenticios de *Carollia perspicillata*..... 77

5. Hábitos alimenticios de *Sturnira ludovici*..... 78

6. Hábitos alimenticios de *Sturnira bidens*..... 79

7. Hábitos alimenticios de *Platyrrhinus infuscus*..... 79

8. Número de capturas y proporciones mensuales por especie..... 80

9. Plantación y germinación de morfotipos de semillas hallados en excrementos de murciélagos..... 81

10. Registros de actividad reproductiva..... 82

11. Resultados de medidas de amplitud de nicho utilizadas..... 83

12. Correlaciones realizadas entre cada índice de amplitud de nicho y el tamaño de muestra..... 83

13. Resultados de medidas utilizadas para estimar el solapamiento..... 84

14. ADEVA realizado para comparar la presencia de *Sturnira erythromos* y *S. bidens* en el área..... 85

15. Ítems alimenticios compartidos por *Sturnira erythromos*, *S. ludovici*, *S. bidens*, *Carollia perspicillata* y *Platyrrhinus infuscus*..... 86

Anexo **1.** Datos de precipitación en la ECSF..... 88

2. Lista de especímenes voucher..... 88

3. Matrices utilizadas para calcular índices de solapamiento..... 89

4. Fotografías de morfotipos de semillas hallados..... 90

1. RESUMEN

El presente estudio describe la ecología trófica de una comunidad de murciélagos frugívoros, a lo largo de un año (1998), en un área de bosque montano de la Estación Científica San Francisco, en el sur oriente ecuatoriano. Se analizan cinco especies: *Sturnira erythromos*, *S. ludovici*, *S. bidens*, *Carollia perspicillata* y *Platyrrhinus infuscus*.

Se encontraron 49 diferentes morfotipos de semillas en las muestras fecales de las cinco especies de murciélagos. El 61% de estos morfotipos fue identificado, por lo menos, hasta el nivel de familia. Siete de ellas fueron utilizadas como alimento por los murciélagos: Actinidiaceae, Bromeliaceae, Cecropiaceae, Clusiaceae, Moraceae, Piperaceae y Solanaceae.

Sturnira erythromos utilizó en una proporción similar Solanaceae y Piperaceae, las que constituyen en conjunto el 72% de su dieta. *Carollia perspicillata* y *Sturnira ludovici* se alimentaron principalmente de frutos de Piperaceae (62% de la dieta en ambas especies). *Sturnira bidens* utilizó mayormente una especie no identificada de Bromeliaceae y *Platyrrhinus infuscus* una Cecropiaceae (*Cecropia montana*).

La mayoría de morfotipos de semillas identificadas perteneció a plantas comunes en vegetación de crecimiento secundario, como de las familias Piperaceae y Solanaceae que juntas suman el 47% de los morfotipos encontrados.

Se realizó un seguimiento por radiotelemetría de un individuo de *Sturnira erythromos*, con el fin de observar su movilización entre los diferentes remanentes de bosque y su área de vida. Se determinó que el individuo recorrió una distancia máxima de 2,7 km desde su refugio hasta el sito más lejano de alimentación, ocupando para forrajear un área cercana a 0,8 km^2.

La movilidad y conducta de forrajeo de los murciélagos, en conjunto con las plantas que conforman su dieta, los convierten en agentes claves en la dispersión de semillas, siendo así los murciélagos importantes en los procesos de sucesión vegetal, que son parte de la dinámica regenerativa del bosque húmedo montano bajo.

La comparación del aprovechamiento de los diferentes ítems alimenticios por cada especie revela que existe solapamiento entre tres especies; *Sturnira erythromos*, *S. ludovici* y *Carollia perspicillata*. Esto sugiere que las especies podrían competir por sus recursos, de darse una escasez de alimentos, por lo que deben existir otras dimensiones del nicho que separen a las especies para que estas coexistan en equilibrio.

Palabras clave: Bosque montano, dispersión de semillas, ecología trófica, murciélagos frugívoros, suroriente ecuatoriano.

2. ABSTRACT

The trophic ecology in a frugivorous bat community was studied during 1998 in the montane forest of the San Francisco Research Station in southeastern Ecuador. Five species were analyzed, *Sturnira erythromos*, *S. ludovici*, *S. bidens*, *Carollia perspicillata* and *Platyrrhinus infuscus*.

Within the fecal samples of the five bat species studied, 49 different seeds' morphotypes were founded, 61% were identified up to family. Actinidiaceae, Bromeliaceae, Cecropiaceae, Clusiaceae, Moraceae, Piperaceae and Solanaceae were used as food resource.

Sturnira erythromos used in similar proportions seeds of Solanaceae and Piperaceae, which constitute the 72% of their diet. *Carollia perspicillata* and *S. ludovici* diet was mainly based in Piperaceae fruits (62% of the diet of both species). *Platyrrhinus infuscus* based its diet on fruits produced by *Cecropia montana*, whereas *S. bidens* fed mainly with an unidentified species of Bromeliaceae.

The majority of the identified seeds' morphotypes correspond to plants common in secondary forests, such as Piperaceae and Solanaceae, together, both represent 47% of the morphotypes collected.

Radiotracking techniques were applied to a single individual of *Sturnira erythromos*, in order to record the displacement between forest remnants and determine its home range. The total displacement of this individual was 2,7 km which encompasses the distances from its roost to the further feeding place; an area of approximately 0,8 km^2 was used in foraging activities.

The foraging behavior and mobility of bats, along with the plants that conform their diet, has made of this group of mammals important dispersing agents of seeds. Therefore

contributing to the successional processes of vegetation and the regenerative dynamics of the low montane forest.

The comparison between the different food items used by each species shows an overlap between the food resources of three species: *Sturnira erythromos*, *S. ludovici* and *Carollia perspicillata*. This suggests that the three species may compete for the same resources in the case of food scarcity, therefore there must be another mechanism that isolate these species so they can coexist.

Key words: Frugivorous bats, montane forest, seed dispersal, southeastern Ecuador trophic ecology.

3. INTRODUCCIÓN

En el neotrópico, los murciélagos frugívoros están representados por miembros de la familia Phyllostomidae, caracterizados por poseer un apéndice nasal en forma de hoja. Los Phyllostomidae se originaron en y han estado siempre confinados al nuevo mundo (Fleming, 1982). Se distinguen por ser una familia con una gran radiación de especies, que ha ocupado diferentes nichos ecológicos. Los murciélagos de hoja nasal tienen una dieta variada, además de existir especies frugívoras, pueden haber carnívoras, hematófagas, nectarívoras u omnívoras.

La aparición de los Phyllostomidae se remonta al Oligoceno tardío o Mioceno temprano (hace 20 millones de años). Posiblemente se originaron de ancestros de hábitos insectívoros, los cuales aparecen en el Eoceno temprano o Paleoceno, hace 50 millones de años (Van Valen, 1979), derivando de mamíferos de aspecto semejante a las musarañas, orden Insectívora.

Los procesos coevolutivos, implican más que una simple respuesta de una a otra especie. La coevolución es el proceso por el cual una población hace un cambio evolutivo en respuesta a una segunda población; este cambio está seguido por una respuesta evolutiva de la segunda población (Ehrlich y Raven, 1964). A lo largo del tiempo los procesos coevolutivos se han manifestado en relaciones mutualísticas, en donde las dos partes se benefician.

La coevolución entre plantas y animales ha dado como resultado que en los bosques tropicales al menos el 50%, y a menudo el 75% o más, de las especies vegetales produzcan frutos carnosos, comestibles, adaptados para ser consumidos por vertebrados frugívoros. Esta es la razón por la cual los bosques tropicales albergan grandes congregados de mamíferos y aves frugívoros, que aprovechan los recursos (Howe y Smallwood, 1982).

Las angiospermas aparecen hace 140 millones de años aproximadamente y los murciélagos comienzan a ser importantes como agentes polinizadores o dispersores de semillas solo después de que las plantas con flores han evolucionado por lo menos 75 millones de años (Sussman y Raven, 1978). Actualmente, cerca del 29% de los murciélagos conocidos son parcial o totalmente dependientes de alguna parte vegetal como una fuente de alimento (Fleming, 1982). En el Ecuador encontramos entre 125 (Albuja, 1999) y 132 (Tirira, 1999) especies de murciélagos, de las cuales cerca del 50% utilizan alguna parte o producto vegetal en su dieta.

Los murciélagos están envueltos en un sistema de explotación mutualística con las plantas, de las cuales los quirópteros obtienen alimento, en forma de néctar, polen o frutos, mientras proveen movilidad a las semillas o al polen de las plantas. Algunos estudios muestran que los filostómidos utilizan por lo menos 146 géneros de plantas diferentes (Gardner, 1977).

En cuanto al consumo de frutos y posterior dispersión de semillas, los beneficios más probables para las plantas son: el promover el flujo génico, el hacer menos obvias las semillas a sus predadores, el reducir la competencia progenitor-descendencia y el mover las semillas a lugares favorables para su germinación y crecimiento (Heithaus, 1982). Otra probable ventaja es que los animales pueden escarificar las semillas en su intestino y de esta manera facilitar su germinación. Se ha visto que sin el tratamiento por animales, algunas semillas no pueden romper el estado de dormancia (Lieberman, 1979; Noble, 1975; Rick, 1961). Sin embargo, estos casos son inusuales. La mayoría de las semillas dispersadas por animales germinan sin ser manipuladas o adquieren solo una muy pequeña ventaja con ello (Howe, 1977 y 1980).

McKey (1975) propuso cuatro criterios para evaluar la calidad en la dispersión que un frugívoro puede proveer a una planta: a) probabilidad de que una semilla germine

después de ser digerida; b) tamaño de las semillas que se pueden ingerir o transportar; c) probabilidad de que las semillas sean depositadas en un sitio favorable para la germinación y el subsiguiente establecimiento; y, d) fiabilidad de visitas hacia una planta con frutos maduros.

La mayoría de la información que se tiene acerca de la frugivoría en murciélagos y su papel como dispersores de semillas en el neotrópico, proviene de estudios realizados en zonas bajas del bosque tropical, principalmente en Centroamérica (Bonaccorso, 1979; Dinerstein, 1986; Fleming, 1982, 1988; Fleming y Heithaus, 1981; Heithaus, Fleming y Opler, 1975; López, 1996; Morrison, 1978; Vásquez, Orozco, François y Trejo, 1975). Pocos estudios se han realizado en bosques montanos, consecuentemente, lo que conocemos se basa substancialmente en el comportamiento y hábitos alimenticios de pocas especies que son más abundantes en zonas bajas, siendo las más estudiadas *Carollia perspicillata* y *Artibeus jamaicensis*. Uno de los autores que más ha contribuido a este tema es Fleming (1988), con el resultado del trabajo de 10 años de investigación en Costa Rica sobre *C. perspicillata*.

Se sabe que las especies de las subfamilias Carollinae y Stenodermatinae son primariamente frugívoras y generalmente abundantes (Gardner 1977, Howell y Burch 1974, Levey *et al.* 1994). Algunos son frugívoros obligados, mientras que otros complementan su dieta con insectos, polen o néctar. Se ha visto que existen preferencias en cuanto al grupo de plantas utilizadas por las diferentes especies frugívoras; así, los Carollinae parecen preferir alimentarse de varias especies de *Piper* spp, mientras que murciélagos del género *Artibeus* lo hacen principalmente de higos (*Ficus* spp). Poco se conoce de las especies del género *Sturnira*, que son las que parecen estar mejor representadas en los ecosistemas de bosques montanos. Dinerstein (1986) en un bosque montano de Costa Rica observa que *Sturnira ludovici* se alimenta preferentemente de

piperáceas (*Piper* spp.) y solanáceas (*Solanum* spp.). Iudica (1995), en un bosque montano bajo estudia la dieta de *S. lilium* y observa que esta especie prefiere utilizar plantas de la familia Solanaceae. De *S. erythromos*, la especie más capturada en este estudio y de *S. bidens*, no se tiene conocimiento alguno de sus preferencias alimenticias.

El estudio de la dieta de los murciélagos no solamente debe quedar en un listado de las plantas que ellos utilizan. El análisis de la estructura comunitaria y de las interacciones dinámicas entre las especies frecuentemente se basa en medidas de parámetros del nicho. Una de las dimensiones del nicho más importante es justamente el recurso alimentario (Krebs, 1989). El estudio de comunidades nos permite comprender la manera en que diferentes tipos de organismos interactúan y cómo cada uno de ellos se adapta a la presencia del resto, a través de relaciones funcionales (Lopez, 1996). El conocimiento de las comunidades de murciélagos nos permite elucidar las consecuencias de alteraciones de un ecosistema producidas por la adición, remoción de especies o manipulación de factores ambientales (Findley, 1993).

Cabe señalar la importancia de realizar estudios similares en los bosques montanos. En primer lugar por su riqueza, ya que son ecosistemas con una gran biodiversidad animal y especialmente vegetal. Balslev (1988) nota que la mitad del número total de especies de plantas en Ecuador ocurre en el 10% de área del bosque montano nublado. Los bosques montanos neotropicales están entre los menos conocidos y más amenazados de todas las vegetaciones boscosas tropicales (Gentry, 1995). En el Ecuador casi nada queda de bosques naturales en los valles interandinos y de los bosques de las estribaciones occidentales solo permanece un 4% (Dodson y Gentry, 1991). Valencia (1995) anota que en el Ecuador los bosques montanos son los más amenazados con la extinción, quedando apenas un 7% de estos (CENDES y CORMADERA, 1991). Así vemos algunas razones

por las cuales se deben realizar más estudios en estas áreas, especialmente en un país donde son tan representativas.

El presente estudio trata la ecología trófica de una comunidad de murciélagos frugívoros, en un área de bosque montano en el suroriente del país. Se analizan las cinco especies que fueron más capturadas: *Sturnira erythromos*, *S. bidens*, *S. ludovici*, *Carollia perspicillata* y *Platyrrhinus infuscus*.

3.1. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es analizar cómo las diferentes especies de murciélagos frugívoros interactúan entre ellas, en cuanto a la repartición de los recursos alimenticios y cómo se relacionan con el ecosistema del bosque montano.

Los objetivos específicos son:

- Identificar las plantas que están siendo utilizadas como alimento por la comunidad de murciélagos.
- Observar el grado de especificidad de la dieta de cada especie.
- Analizar si existe solapamiento entre las especies de murciélagos estudiadas, en cuanto a las plantas utilizadas como alimento por cada una de ellas.
- Lograr una aproximación del área de vida de *Sturnira erythromos*, la especie más común en el área de estudio.

4. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en los alrededores de la Estación Científica San Francisco (ECSF), ubicada junto al límite norte del Parque Nacional Podocarpus (3°58'03'' S, 79°04'27''O), en la vía Loja -Zamora km 30, aproximadamente a 1900 m de altitud (Figura 1).

El área de la estación San Francisco tiene una extensión de aproximadamente 500 ha y cubre un rango altitudinal desde los 1800 a 3140 m. Su topografía es bastante accidentada y pendiente (Figura 2).

La vegetación de la parte baja (entre los 1800 y 2000 m), donde se realizó el estudio, está compuesta por bosque montano maduro, que se encuentra en mejor estado dentro de las quebradas que cruzan el área y desembocan en el río San Francisco.

Por sus características meteorológicas, esta zona pertenece a la región bioclimática "húmedo temperada" y corresponde a la formación ecológica "bosque húmedo montano bajo", cuyo rango altitudinal es de 1750 m a 2300 m, con un promedio de pluviosidad anual de 1000-2000 mm y una temperatura media anual entre 12 y 18 °C (Cañadas, 1983).

Según datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), obtenidos de la estación pluviométrica San Francisco-San Ramón, ubicada en las coordenadas 3°57'50''S, 70°04'19''O, cerca de la ECSF, la pluviosidad anual media en el área es de 2156 mm (n = 12, años 1980-1994).

En 1998 se registró una pluviosidad de 1704 mm la cual es menor al promedio, siendo los meses más secos enero, febrero, septiembre y noviembre, con precipitaciones menores a 100 mm, cuando la media mensual es de 179,7 mm. Los meses con mayor

precipitación fueron abril y junio con precipitaciones mayores a 200 mm, ver Figura 3 y Anexo 1.

4.2. TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo del presente estudio, se realizó en los meses de octubre de 1997 y de diciembre de 1997 a diciembre de 1998. Se realizó una salida de aproximadamente 20 días cada mes, excepto los meses de abril y mayo que no fueron muestreados. Para cumplir los objetivos propuestos, el trabajo constó de las partes descritas a continuación.

4.2.1. CAPTURA DE MURCIÉLAGOS

Se realizó las capturas entre diciembre de 1997 y diciembre de 1998, para lo cual se utilizó redes de niebla tipo 50/D2, con una luz de 4 cm^2, de 3 x 3 y 6 x 3 m. Se extendieron de 3 a 9 m de red por noche, aproximadamente entre las 19:00 y 24:00 horas, siendo revisadas cada 5-10 minutos hasta ser cerradas. Las redes fueron colocadas principalmente en el interior de las quebradas, a lo largo de un sendero de aproximadamente 2.5 km de longitud que atraviesa las quebradas y que se encuentra a una altitud de aproximadamente 1900 m (Figura 2).

A cada individuo capturado se le asignó un número de campo, bajo el cual se ordenaron los siguientes datos: especie, hora y lugar de captura, sexo, peso, longitud de antebrazo, edad (adulto o juvenil), para lo cual se observó la dentición, medida de antebrazo, masa corporal y fusión de epífisis metacarpales. Se registró el estado reproductivo; en los machos, se observó la ausencia o presencia de testículos escrotales,

que determina la época de cópula, mientras que en las hembras se anotó si estas estuvieron inactivas, grávidas, preñadas o lactantes. Luego de tomar los datos en el campo, se liberó a cada individuo atrapado.

Se tomaron especímenes voucher de algunas especies que presentan dificultades con su determinación en el campo, con el fin de comprobar su identificación. Los especímenes fueron colocados en el museo de la Escuela Politécnica Nacional, las especies colectadas y sus respectivos números de museo se indican en el Anexo 2.

4.2.2. HÁBITOS ALIMENTICIOS

Para analizar los hábitos alimenticios, se colectó las muestras fecales de los individuos capturados y los frutos que estos llevaron en la boca.

Generalmente se obtuvo las muestras de heces al manipular los animales en la red, pero para asegurar la obtención de las semillas que aún pudiesen estar en el estómago, se retuvo cada animal por espacio de una a una y media horas, en una bolsa de tela limpia. Nunca se depositó más de un individuo en cada bolsa.

Se dejó secar las heces por 3 o 4 días en una secadora de plantas, para evitar su contaminación por hongos, excepto las heces que contenían semillas carnosas, que fueron guardadas en tubos "ependorff" con alcohol al 70%. Luego, en este mismo tipo de tubos, se almacenó las semillas aisladas de las heces, ordenándolas con el número de campo del animal del que fueron obtenidas. Los frutos que se encontraron siendo transportados por los murciélagos se preservaron en alcohol al 70%.

Para organizar los diferentes ítems alimenticios, con el uso de un estereoscopio, se revisó y clasificó las semillas aisladas de las heces en diferentes morfotipos, para lo cual se comparó su forma, tamaño, color y textura. El olor de las semillas y pulpa digerida también

fue de ayuda para poder identificar el origen de los ítems alimenticios. Con estas semillas se formó una colección de referencia de los diferentes morfotipos.

Paralelamente a la captura de murciélagos se realizaron caminatas a lo largo de dos transectos establecidos en la ECSF (Figura 2), en el interior de las quebradas y por las orillas del río San Francisco, con la finalidad de encontrar las posibles plantas utilizadas por murciélagos y obtener muestras de sus frutos y semillas, a fin de poder compararlas con las semillas obtenidas de las heces.

4.2.3. GERMINACIÓN DE SEMILLAS

Se plantó los diferentes morfotipos de semillas, en cubetas de plástico, con tierra obtenida del bosque y previamente esterilizada, cocinándola por 30 minutos en una olla de presión.

Esto se realizó con la finalidad de determinar las especies pertenecientes a los diferentes morfotipos, a través de la identificación de plántulas y ver si las semillas pueden germinar después de haber pasado por el tracto digestivo de los animales.

4.2.4. ÁREA DE VIDA - RADIOTELEMETRÍA

En la primera semana del mes de octubre de 1997, se realizó un experimento de radiotelemetría. Se utilizaron dos receptores, uno "B+R" tipo 2360 y otro de "Wildlife Materials", tipo TRX-1000s, con antenas Yagi de tres elementos y un transmisor HOLLOWIL tipo BD2 de aproximadamente 0.9 gramos de peso y con una frecuencia de alrededor de 140000 kHz.

Se utilizó un ejemplar de *Sturnira erythromos*, la especie más común en el área de estudio. Con el fin de reducir el sesgo que podría existir debido al comportamiento de individuos en época reproductiva, se utilizó un macho adulto que no se hallaba en

actividad reproductiva. El transmisor se colocó en la espalda del animal, utilizando pegamento dérmico.

Se siguió al animal durante los seis días, que duró el transmisor con el individuo, desde las 18:00 a las 06:30 horas. Además se busco su refugio durante un día.

Se determinó un área de vida mínima del individuo, a partir del análisis de sus movimientos. En vista de que no se pudo realizar una triangulación, se siguió al individuo durante todas las noches, estimando por el nivel de intensidad de la señal, la distancia aproximada a la que este se encontraba y la dirección de sus desplazamientos. Lo anotado fue posible gracias a la unidireccionalidad de las antenas utilizadas.

Los datos obtenidos con la radiotelemetría se complementaron con observaciones de la composición florística en el área, para así determinar los límites hipotéticos del área utilizada para forrajear.

4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

4.3.1. AMPLITUD DE NICHO

Algunos animales o plantas son más especializados que otros. Las medidas de amplitud de nicho apuntan a medir esto cuantitativamente.

Las medidas utilizadas (Levins, Shannon-Wiener y Smith) son estandarizadas, es decir varían de 0 a 1, donde los valores más cercanos a 1 indican una mayor amplitud de nicho. Estas medidas fueron calculadas por medio del programa NICHO, Versión 3.1.

- *Medida estandarizada de Levins (1968).*

Esta medida da más peso a los recursos abundantes.

$$B_A = \frac{\frac{Y^2}{\sum N_j^2} - 1}{n-1}$$

donde:

B_A = Medida de amplitud de nicho estandarizada de Levins

Y = Número total de individuos muestreados

N_j = Número de individuos encontrados usando el recurso j

n = Número de recursos

La medida de Levins es máxima cuando el mismo número de individuos utiliza cada recurso y es mínima cuando todos los individuos ocurren o utilizan un solo recurso, (mínima amplitud de nicho, máxima especialización) (Krebs, 1989).

- *Medida de Shannon-Wiener (en Krebs, 1989).*

Esta medida da relativamente más peso a los recursos raramente usados por las especies.

$$J' = \frac{-\sum p_j \log p_j}{\log n}$$

donde:

J' = Medida estandarizada de Shannon-Weiner

p_j = Proporción de individuos encontrados usando el recurso j (j = 1, 2, 3,...,n)

n = Número total de recursos

- *Medida de Smith (1982).*

Esta medida es menos sensitiva a los recursos raros.

$$FT = \sum_{j=1}^{n} \left(\sqrt{p_j a_j} \right)$$

donde:

FT = Medida de amplitud de nicho de Smith

p_j = Proporción de individuos encontrados utilizando el recurso j

a_j = Proporción que el recurso j representa en del total de recursos

n = Número total de recursos

Se realizó una correlación lineal simple entre cada índice de amplitud de nicho utilizado y el tamaño de muestra de cada especie de murciélago, calculandose el coeficiente de correlación de Pearson "R", para observar si existe alguna asociación entre estas dos variables.

4.3.2. SOLAPAMIENTO DE NICHO ENTRE LAS ESPECIES

Un paso para entender la organización de una comunidad es medir el solapamiento de recursos entre las diferentes especies que la constituyen (Krebs, 1989).

Se analizó la dimensión trófica del nicho, para lo cual se calculó el solapamiento de los recursos alimenticios utilizados por las cinco especies de murciélagos estudiadas (*Sturnira erythromos*, *S. ludovici*, *S. bidens*, *Carollia perspicillata* y *Platyrrhinus infuscus*). Se utilizaron diferentes índices de solapamiento, con el fin de observar si las tendencias entre estos se mantienen, ya que algunos dan más peso al aspecto cuantitativo o cualitativo de los datos o son simétricos o asimétricos. Los índices fueron calculados a partir de una matriz de recursos (Anexo 3).

- *Índice de Steinhaus (en Legendre y Vaudor, 1991).*

Por medio del programa SIMIL del paquete estadístico R- PACKAGE se calculó el índice de similaridad de Steinhaus, a partir de la Matriz A (Anexo 3), donde los números de la fila superior, en negrita, representan los 49 ítems alimenticios (columnas) y los demás números representan el número de veces que se encontró un determinado ítem en cada especie de murciélago (filas).

Las ventajas del índice de Steinhaus son que trabaja con datos cuantitativos y que es un índice asimétrico , por lo que no toma en cuenta para su análisis la doble ausencia de un ítem al comparar dos unidades muestrales. Su resultado varía de 0 (unidades muestrales comparadas son diferentes) a 1 (las unidades comparadas son similares).

$$S' = \frac{El\ menor\ de\ (a1\ y\ a2) \times 2}{a1 + a2 + b + c}$$

donde:

S' = Índice de similaridad de Steinhaus

$a1$ y $a2$ = Abundancias de las especies comunes entre las unidades uno y dos

b = Abundancia de las especies presentes en la unidad dos y ausentes en la uno

c = Abundancia de las especies presentes en la unidad uno y ausentes en la dos

Mediante el Programa NICHO, Versión 3.1 se calcularon el índice de solapamiento de Pianka, el porcentaje de solapamiento, el índice de similaridad de Morisita y el índice de solapamiento de Horn. Estos índices fueron calculados a partir de la Matriz B (Anexo 3), que es una matriz donde los 49 ítems alimenticios que fueron encontrados siendo usados por la comunidad de murciélagos fueron reducidos a 31, eliminándose los ítems que presentaron solamente un registro, ya que el programa NICHO únicamente admite el ingreso de 40 recursos en la matriz. A continuación se detalla los índices calculados por este programa:

- *Indice de solapamiento de Pianka (1974).*

Es una medida simétrica, que varía de 0 (no hay recursos usados en común) a 1 (solapamiento completo).

$$O_{jk} = \frac{\sum^{n} p_{ij} p_{ik}}{\sqrt{\sum p_{ij}^2 \sum p_{ik}^2}}$$

donde:

O_{jk} = Medida de solapamiento de Pianka, entre especies j y k

p_{ij} = Proporción del recurso i en el total de recursos usados por especie j

p_{ik} = Proporción del recurso i en el total de recursos usados por especie k

n = Numero total de recursos

- *Porcentaje de Solapamiento o índice de Renkonen (en Krebs, 1989).*

Es una de las medidas más simples de solapamiento y es la más fácil de interpretar porque es una medida actual del área de solapamiento de las curvas de utilización de recursos de las dos especies. Se expresa como un porcentaje.

$$P_{jk} = \left[\sum^{n} \left(\text{mínimo } p_{ij}, p_{ik} \right) \right] 100$$

donde:

P_{jk} = Porcentaje de solapamiento entre especies j y k

p_{ij} = Proporción que el recurso i es del total de recursos usados por especie j

p_{ik} = Proporción que el recurso i es del total de recursos usados por especie k

n = Numero total de recursos

- *Índice de similaridad de Morisita.(en Krebs, 1989).*

La ventaja de este índice es que experimentalmente, se ha visto que prácticamente no presenta sesgo a diferentes tamaños de muestra (Krebs,1989).

$$C = \frac{2\sum p_{ij} p_{ik}}{\sum^{n} p_{ij}\left[\left(n_{ij}-1\right)/\left(N_j-1\right)\right]+\sum^{n} p_{ik}\left[\left(n_{ik}-1\right)/\left(N_k-1\right)\right]}$$

donde:

C = Índice de similaridad de Morisita

p_{ij} = Proporción que el recurso i es del total de recursos usados por especie j

p_{ik} = Proporción que el recurso i es del total de recursos usados por especie k

n = Numero total de recursos

n_{ij} = Número de individuos de la especie j que utilizan la categoría de recurso i

n_{ik} = Número de individuos de la especie k que utilizan la categoría de recurso i

N_j, N_k = Número total de individuos de cada especie en la muestra

- *Índice de solapamiento de Horn (1966).*

$$R_o = \frac{\sum\left(p_{ij}+p_{ik}\right)\log\left(p_{ij}+p_{ik}\right)-\sum p_{ij}\log p_{ij}-\sum p_{ik}\log p_{ik}}{2\log 2}$$

donde:

R_o = Índice de solapamiento de Horn

p_{ij} = Proporción que el recurso i es del total de recursos usados por especie j

p_{ik} = Proporción que el recurso i es del total de recursos usados por especie k

n = Numero total de recursos

4.3.3. ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS

Se realizó una clasificación UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Average) a partir de la matriz de similitud calculada con el índice de Steinhaus. Como resultado de este análisis se obtiene la representación de un espacio multidimensional en un dendrograma o "cluster".

La clasificación UPGMA es un método aglomerativo y jerárquico, es decir que une las unidades más parecidas, basándose en las características que son más importantes.

Para ligar las unidades el UPGMA utiliza un algoritmo de "fusión por promedios" o "average-linkage", para lo cual se utiliza una conectancia del 0.5, la cual es proporcional a este algoritmo. En la fusión por promedios, la distancia usada para unir las unidades se define como la media aritmética de las similaridades entre la muestra y todos los miembros del dendrograma.

En los dendrogramas se observa ejes verticales, estos son los que indican el nivel al que se fusionan los grupos, por lo que son un indicativo de la similaridad de las unidades o grupos que se unen.

El UPGMA es el método más ampliamente utilizado en ecología y sistemática (Jongman, ter Braak y Tongeren, 1987; Krebs, 1989), ya que elimina los extremos introducidos por los análisis de conglomerados que utilizan algoritmos de fusión individual "single-linkage clustering" o fusión completa "complete-linkage clustering".

4.3.4. REGRESIÓN LINEAL Y ANÁLISIS DE VARIANCIA.

Estos análisis fueron realizados con el fin de determinar si existe una diferencia estadística significativa entre la abundancia de dos especies: *Sturnira erythromos* y *S. bidens*, en diferentes periodos de tiempo, ya que se observó un aparente desplazamiento estacional entre ellas.

Para el análisis se tomaron en cuenta 9 de los 11 meses muestreados, excluyéndose los dos primeros (diciembre 1997 y enero 1998) ya que en estos dos las capturas fueron muy escasas, por lo que el número de muestra es muy reducido, sesgando así los datos.

5. RESULTADOS

5.1. COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE MURCIÉLAGOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Durante el estudio se capturó un total de 397 murciélagos. Los individuos capturados se reparten en 17 especies pertenecientes a 11 géneros y 2 familias, Phyllostomidae y Vespertilionidae (Tabla 1).

Las especies más frecuentes, en el siguiente orden, fueron: *Sturnira erythromos*, *Carollia perspicillata*, *Myotis* sp. (*M. oxyotus* o *M. keaysi*), *Sturnira ludovici*, *S. bidens* y *Platyrrhinus infuscus* (Figura 4).

De acuerdo a su régimen alimenticio, se encontró tres gremios de murciélagos,: a) frugívoros, que representaron el 81,6% de las capturas, representados por 11 especies; b) insectívoros, 15,9% de capturas, representados por 4 especies; y, c) nectarívoros, 2,5% de capturas, representados por 2 especies (Figura 5).

Fueron analizadas y comparadas las 5 especies frugívoras más comunes de las once especies encontradas; de estas especies, la más abundante fue *Sturnira erythromos*, capturándose 155 individuos, lo que representa el 48% de los frugívoros atrapados. Las cuatro especies restantes: *Carollia perspicillata, Sturnira ludovici, Sturnira bidens* y *Platyrrhinus infuscus,* fueron relativamente comunes, representando cada una de ellas entre el 10 al 13% de las capturas de frugívoros (Figura 6).

5.2. PLANTAS UTILIZADAS COMO RECURSOS ALIMENTICIOS

Se determinó 49 morfotipos diferentes de semillas, provenientes de los excrementos y de los frutos que fueron transportados por los individuos capturados de la comunidad de murciélagos frugívoros del área, ver Tabla 2, Anexo 4.

Se pudo identificar hasta el nivel de familia a 30 morfotipos (61%), 22 morfotipos (45%) hasta género, 6 morfotipos (12%) hasta especie y 19 morfotipos (39%) no pudieron ser identificados (Tabla 2).

Los morfotipos identificados pertenecieron a 7 familias:

i. Actinidiaceae: Estuvo representada a lo largo del estudio por una sola especie, *Saurauia prainiana*. Su presencia fue continua a lo largo del tiempo de trabajo.

ii. Bromeliaceae: Se determino un morfotipo de esta familia que fue el único representante de monocotiledoneas. Fue identificado por medio de su germinación y se encontró presente entre junio y septiembre de 1998.

iii. Cecropiaceae: *Cecropia montana* fue el único representante de esta familia. Su presencia fue continua durante el estudio.

iv. Clusiaceae: Representada por *Vismia tormentosa*. Su presencia fue relativamente escasa y poco continua.

v. Moraceae: Representada por 3 especies de *Ficus* sp. Su presencia fue continua durante el estudio.

vi. Piperaceae: Fue la familia que presentó una mayor variedad de morfotipos, 17 de los 49. Se encontró a lo largo de todo el tiempo de estudio, siendo un componente principal en la dieta de la comunidad.

vii. Solanaceae: Estuvo bien representada en la dieta y su diversidad en cuanto a morfotipos fue también relativamente alta (6 morfotipos o 12%).

En la Figura 7 se observa el uso global de las diferentes familias vegetales por la comunidad. Se ve claramente la importancia que tiene Piperaceae y Solanaceae.

Las fotografías de los 49 mofotipos de semillas y sus registros a lo largo del estudio constan en el Anexo 4 y Tabla 2.

5.3. HÁBITOS ALIMENTICIOS

Sturnira erythromos:

De los 155 individuos capturados de esta especie se obtuvieron 152 registros de ítems alimenticios, los cuales se consiguieron a partir del análisis de 132 muestras fecales y de un fruto (*Cecropia montana*) que se encontró siendo llevado por un individuo.

Los registros alimenticios consistieron únicamente de semillas de frutos. No se encontraron restos de insectos en los excrementos o de polen en el pelaje.

Las semillas encontradas pertenecieron a 31 morfotipos diferentes, de los cuales 6 fueron identificados hasta especie, 11 hasta género y 5 hasta familia, quedando 9 sin conocer su origen taxonómico (Tabla 3).

Las familias de plantas utilizadas por *Sturnira erythromos* fueron: Actinidiaceae, Cecropiaceae, Clusiaceae, Moraceae, Piperaceae y Solanaceae. De estas familias, las más frecuentemente utilizadas fueron las piperaceas y solanaceas, que conformaron el 37 y 35%, respectivamente, de los 152 registros alimenticios (Figura 8), siendo utilizadas por el 43 y 40%, correspondientemente, de los 132 ejemplares de los que se obtuvo las muestras (Figura 9).

Carollia perspicillata:

Se capturaron 42 individuos, de los cuales se consiguieron 37 muestras fecales con 54 registros de los diferentes frutos consumidos.

Las semillas encontradas en los excrementos de esta especie pertenecieron a 21 morfotipos, de los cuales 4 fueron identificados hasta especie, 7 hasta género y 2 hasta familia (Tabla 4).

Se encontró que *Carollia perspicillata* utilizó 5 familias de plantas (Actinidiaceae, Bromeliaceae, Clusiaceae, Piperaceae y Solanaceae), de las cuales Piperaceae constituyó el 62% de los registros (Figura 10). Al hacer una relación del número de registros por ítem alimenticio, sobre el número de individuos de los que se obtuvo muestras, se ve que el 92% de los individuos utilizó piperaceas (Figura 11).

En tres de los individuos capturados se registro la presencia de restos de insectos en sus excrementos.

Sturnira ludovici:

En el transcurso del estudio se capturaron 39 individuos. A partir del análisis de 30 muestras fecales se obtuvo 40 registros de ítems alimenticios, que consistieron únicamente de frutos. No se registró rastros de polen en el pelaje.

Las semillas extraídas de los excrementos pertenecieron a 17 morfotipos, de los cuales 2 se identificaron hasta especie, 7 hasta género y 2 hasta familia (Tabla 5).

Sturnira ludovici registró, de los morfotipos identificados, el uso de tres familias de plantas: Bromeliaceae, Piperaceae y Solanaceae, de las cuales las piperaceas representaron el 62% de los registros (Figura 12), siendo encontradas en el 83% de los individuos de los que se obtuvo excrementos (Figura 13).

Sturnira bidens:

Fueron capturados 37 individuos de esta especie a lo largo del estudio, de los cuales se consiguieron 30 muestras fecales, de donde se obtuvieron 36 registros de ítems alimenticios. Únicamente se registraron semillas en sus excrementos y un individuo presentó rastros de polen en su cabeza, hombros y alas.

Las semillas encontradas en esta especie pertenecieron a 8 morfotipos, de los cuales 3 fueron identificados hasta especie, y 1 hasta familia (Tabla 6).

De los morfotipos identificados, usados por *Sturnira bidens*, se encontró ítems pertenecientes a 3 familias: Actinidiaceae, Bromeliaceae y Piperaceae. El 52% de los registros correspondió al morfotipo perteneciente a la familia Bromeliaceae (Figura 14), que fue encontrado en el 63% de los individuos de los que se obtuvo muestras (Figura 15).También fue importante la presencia de la semilla no identificada No. 10, que constituyó el 28% de los registros alimenticios.

Platyrrhinus infuscus:

Se capturó 33 individuos de esta especie, de los cuales se obtuvo 23 muestras fecales; además, se encontró a cuatro individuos transportando frutos (*Ficus* sp., *Cecropia montana* y *Saurauia prainiana*). De aquí se obtuvo un total de 27 registros de ítems alimenticios, los que consistieron únicamente en semillas de frutos.

Estas semillas pertenecieron a 4 morfotipos, de los cuales 2 fueron identificados hasta especie y 2 hasta género (Tabla 7). Las familias utilizadas fueron: Actinidiaceae, Cecropiaceae y Moraceae, de las cuales Cecropiaceae constituyo el 63% y Moraceae el 33% de los registros (Figura 16). Haciendo la relación del número de registros por familia, sobre el número de individuos de los que se obtuvo muestras (25), se ve que el 68 % de los individuos consumió *Cecropia montana* y el 36% *Ficus* spp. (Figura 17).

5.4. PRESENCIA DE LAS ESPECIES A LO LARGO DEL ESTUDIO

Se observó que la abundancia relativa de las cinco especies varió a lo largo del estudio, siendo unas especies más frecuentes en unos meses que en otros (Figura 18 y Tabla 8)

Sturnira erythromos fue la especie más abundante en el mayor periodo del tiempo, especialmente en los meses de febrero, marzo, septiembre y octubre, cuando represento entre el 62 y 70% de las capturas.

Carollia perspicillata, al igual que *Sturnira erythromos*, estuvo presente a lo largo de todo el estudio, aunque su número de capturas fue más reducido, siendo relativamente más frecuente en diciembre de 1997, febrero, agosto y octubre.

Sturnira ludovici también presentó registros a lo largo de casi todo el año, siendo relativamente más abundante los meses de agosto y noviembre.

Sturnira bidens fue una especie poco frecuente en la mayor parte del estudio, pero presentó un pico en sus capturas en el mes de julio, donde fue muy frecuente, representando el 66 % de las capturas.

Platyrrhinus infuscus fue la especie menos común de las cinco especies analizadas; fue relativamente más abundante en enero, junio y diciembre.

5.5. GERMINACIÓN DE SEMILLAS

Se puso a germinar 39 de los 49 morfotipos hallados, de los cuales germinaron 29 (74%). Las semillas que germinaron lo hicieron en un tiempo entre 12 y 79 días aproximadamente (Tabla 9).

No se sembró los morfotipos de los cuales se obtuvo muy pocas muestras y los morfotipos encontrados durante los últimos días del trabajo (*Ficus* sp. 3, Solanaceae sp.3 y no identificadas, números: 2, 6, 11, 14, 15, 17, 18 y 19)

5.6. ÁREA DE VIDA DE *Sturnira erythromos*

Mediante el estudio con telemetría de un ejemplar macho de *Sturnira erythromos* se observó que el individuo habitó en una pared rocosa, en un remanente de bosque que queda en el interior de la quebrada Cura Aguirre, lugar que está fuera del área de la ECSF. En los seis días de seguimiento, se desplazó rutinariamente cada noche desde su refugio hasta la quebrada El Milagro, que fue el punto más lejano al que llegó. La distancia entre los dos sitios (refugio-quebrada El Milagro) es de aproximadamente 2,7 km (Figura 19).

La actividad diaria del murciélago se dio entre las 18:30 hrs y 06:00 hrs. Se observó que primero el individuo recorrió rápidamente una distancia de aproximadamente 1,5 km, desde su refugio hasta el sitio de alimentación. Luego el animal se desplazó entre las pequeñas quebradas que se encuentran dentro del área de la ECSF (Q2, Q2/3, Q3), deteniéndose un tiempo variable en cada una de ellas, hasta llegar cerca de la quebrada El Milagro.

Se estima que el animal utilizó un área mínima de 0,8 km^2 para forrajear. Esta estimación se realiza basándose en los resultados obtenidos por medio de radiotelemetría. Se complementa con la observación de la vegetación del área, la cual varía a lo largo del gradiente altitudinal que existe dentro de la extensión que ocupa la ECSF, y que va desde aproximadamente 1800 a 3140 m. La vegetación comienza a cambiar desde aproximadamente los 2300 m, haciéndose más baja y presentando una menor cantidad de

los grupos vegetales de los que se encontró, fueron utilizados por los murciélagos para su alimentación.

Obviamente tenemos que tener en cuenta que este resultado no deja de ser hipotético, como para ser interpretado como el área de vida de una especie, ya que es producto de la observación de un solo individuo en un corto periodo de tiempo.

5.7. NOTAS SOBRE ACTIVIDAD REPRODUCTIVA

Sturnira erythromos: Se capturó 71 machos y 84 hembras de esta especie, lo que representa una proporción de sexos de 1:1,18. De los animales capturados, 39 (25%) fueron encontrados en actividad reproductiva. Se encontró 13 individuos con testículos escrotales entre los meses de agosto a diciembre; 17 hembras preñadas en los meses de febrero, abril y octubre a diciembre, encontrándose 15 de estas hembras en los tres últimos meses y 9 hembras lactantes en los meses de marzo, noviembre y diciembre de 1998 (Tabla 10).

Sturnira ludovici: Se capturó 16 machos y 23 hembras de esta especie, lo que representa una proporción de sexos de 1:1,44. De estos animales, 4 hembras estuvieron preñadas, 2 en noviembre y 2 en diciembre de 1998 (Tabla 10).

Sturnira bidens: Se capturó 24 machos y 13 hembras de esta especie, lo que representa una proporción de sexos de 1:0,54. Se encontró una hembra preñada en diciembre de 1998 (Tabla 10).

Carollia perspicillata: Se capturó 22 machos y 23 hembras de esta especie, siendo así la proporción de sexos de 1:1. No se encontró individuos en algún estado reproductivo.

Platyrrhinus infuscus: Se capturó 21 machos y 12 hembras de esta especie, lo que representa una proporción de sexos de 1: 0.57. Se encontró 2 hembras preñadas en marzo y 2 en noviembre de 1998 (Tabla 10).

5.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

5.5.1. AMPLITUD DE NICHO

De acuerdo al índice de Levins (B_A), existen tres especies que son parecidas en cuanto al grado de especificidad que muestran en su dieta, teniendo un índice que se encuentra aproximadamente entre un 5 y un 10% por debajo del punto medio (0,5) de B_A, que varía de 0 a 1. Estas especies son: *Sturnira erythromos* (B_A = 0,4), *Carollia perspicillata* (B_A = 0,456) y *Platyrrhinus infuscus* (B_A = 0,392). De las dos especies restantes, *S. ludovici* tiene un B_A por encima del punto medio (0,604) y *S. bidens* el índice más bajo de las cinco especies (0,251).

Las medidas de Shannon-Wiener y de Smith, más sensitivas a los recursos raros, muestran las mismas tendencias que la medida de Levins, aunque los valores en general suben (Tabla 11).

El resultado de la correlación realizada entre cada índice de amplitud de nicho utilizado y el tamaño de muestra por especie, da como resultado valores no significativos del coeficiente de Pearson, a un nivel de significanción del 0.05, lo que indica que los índices son independientes del tamaño de muestra (Tabla 12).

5.5.2. SOLAPAMIENTO DE NICHO TRÓFICO

El principal índice utilizado en el análisis de los datos es el de Steinhaus, fue el único que permitió la inclusión de todos los ítems alimenticios hallados en la matriz de

recursos (Anexo 3, Matriz A). Los resultados (Tabla 13a) indican que existe un mayor solapamiento en cuanto a la utilización de recursos alimenticios entre *Carollia perspicillata* y *Sturnira ludovici*, teniendo un valor de 0,43. También se observa un alto solapamiento entre *S. erythromos* y *C. perspicillata* (Steinhaus = 0,33) y entre *S. erythromos* y *S. ludovici* (Steinhaus = 0,24).

Las especies *Platyrrhinus infuscus* y *Sturnira bidens* tienen un bajo índice de Steinhaus entre ellas y con las demás especies (Tabla 13).

Los índices de Pianka, Morisita, Horn y el porcentaje de solapamiento, muestran valores más altos en el solapamiento entre las tres especies, debido a que para su cálculo se utilizó la Matriz B (Anexo 3), donde se eliminaron los ítems que presentaron un solo registro, por lo cual aumenta la similaridad de la dieta entre las especies, ya que un ítem registrado una sola vez, obligatoriamente hará que los índices disminuyan, por ser único de la especie de quiróptero en la que fue registrado. De todas maneras, con estos índices, las tendencias de un mayor o menor solapamiento entre las especies se mantienen iguales a las mostradas por el índice de Steinhaus (Tabla 13b, c, d, e).

5.5.3. ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS

Este análisis, realizado a partir del índice de Steinhaus, asoció tres de las cinco especies estudiadas en un conglomerado: *Sturnira erythromos, S. ludovici* y *Carollia Perspicillata*. Estas especies son las que tienen un mayor solapamiento en la utilización de recursos alimenticios entre ellas. *Sturnira bidens* y *Platyrrhinus infuscus* quedan excluidas del grupo (Figura 20).

5.5.4. REGRESIÓN LINEAL Y ANÁLISIS DE VARIANCIA

En el gráfico de la regresión lineal, observamos que la presencia de *Sturnira erythromos* y *S. bidens* parece ser mutuamente excluyente en los diferentes periodos de tiempo muestreados (Figura 21). El análisis de variancia (Tabla 14) nos da un valor de P de 0.0329, lo que indica que existen diferencias estadísticas significativas en la abundancia relativa de estas dos especies, a un nivel de significación del 0.05.

6. DISCUSIÓN

Se ha visto en los capítulos anteriores del presente estudio, las diferencias y limitaciones existentes en el tamaño de muestra de las distintas especies analizadas. Por esta razón, previo a discutir sus resultados, es importante señalar que el presente trabajo no pretende dar a conocer la dieta detallada de estas cinco especies: *Sturnira erythromos*, *S. ludovici*, *S. bidens*, *Carollia perspicillata* y *Platyrrhinus infuscus* a lo largo del periodo de estudio, sino una noción de sus preferencias alimenticias y las diferencias existentes entre ellas. De igual manera, los análisis estadísticos fueron realizados con el fin de dar una mejor interpretación a los datos obtenidos, para así poder dilucidar diferentes comportamientos en los hábitos alimenticios de estas especies, tales como su especificidad y la posible competencia por sus recursos.

6.1. PLANTAS UTILIZADAS Y SU RELACIÓN CON LA REGENERACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

De las plantas identificas, por lo menos hasta el nivel de familia, se observa que los murciélagos utilizan principalmente especies pertenecientes a taxones vegetales característicos de crecimiento secundario, como Piperaceae y Solanaceae (Figura 7).

El hecho de que la mayoría de plantas utilizadas sea de vegetación secundaria nos indica la importancia que tienen los murciélagos en la regeneración de la cobertura vegetal del bosque montano; especialmente si consideramos que estos ecosistemas se caracterizan por tener una topografía accidentada, con grandes pendientes, siendo así muy susceptibles a deslaves de causa natural, por lo que vectores que faciliten el transporte y dispersión de semillas de especies pioneras son imprescindibles en la dinámica regenerativa del bosque.

Gómez-Pompa (1971) explica la importancia que tienen las especies de crecimiento secundario en la futura composición de la cobertura vegetal de un bosque maduro. Desde las primeras etapas de sucesión entran especies primarias; su establecimiento y distribución dentro del área en regeneración dependerá de cualquier factor que intervenga en dar un cambio al medio ambiente. Así, Gómez-Pompa (1971) pone como ejemplo hipotético el caso de un pastizal abandonado, cercano a un área boscosa. Si se deja recuperar, éste pastizal tendrá una composición florística diferente, cualitativa y cuantitativamente hablando, a la de un campo de maíz abandonado en una zona contigua. En condiciones de perturbaciones naturales, donde no exista maíz o pasto, las primeras plantas pioneras en ocupar los lugares disturbados, serán las que creen pequeñas variaciones ambientales. Estas pequeñas variaciones ambientales tendrán la particularidad de facilitar o dificultar la germinación y establecimiento de otras especies vegetales (incluidas las de bosque maduro), dependientes de la composición de la primera comunidad vegetal pionera.

En el presente trabajo se observa que las cinco especies de murciélagos utilizan algunas plantas en común, mientras que otras plantas parecería que son consumidas solamente por una especie, lo cual podemos observar en la Tabla 15, donde apreciamos que 27 de los 49 morfotipos encontrados se registraron en una única especie de murciélago, sin embargo debemos considerar que 19 de estos 27 morfotipos se hallaron una sola vez.

Se puede apreciar claramente que no solo puede haber una diferencia drástica en el consumo de alimentos entre las especies, como es el que unas consuman una especie de fruto y otras no lo incluyan en absoluto en su dieta. También puede existir una diferencia en la proporción de consumo de un determinado ítem (o grupo de estos) por cada especie de murciélago. Por ejemplo, observamos que la especie de bromelia, que estuvo siendo utilizada por la comunidad, constituye el 52% de la dieta de *Sturnira bidens* (Figura 14),

mientras que en *Carollia perspicillata* o *S. ludovici* conforma un 4 y 10% respectivamente (Figuras 10 y 12). Otro ejemplo se da con *Cecropia montana*, cuyos frutos constituyen el 63% de la dieta de *Platyrrhinus infuscus* (Figura 16), mientras que la otra especie que lo utiliza es *S. erythromos*, representando apenas un 2% de su dieta (Figura 8).

Al agrupar las semillas encontradas en sus familias vemos que los murciélagos se alimentan de siete familias vegetales (39% de ítems no identificados, por lo que seguramente este número es mayor), las cuales también son utilizadas en diferentes proporciones, de acuerdo a la especie de murciélago. Un ejemplo muy claro es el de la utilización de Piperaceae, la familia más utilizada por tres especies: *Sturnira erythromos*, *S. ludovici* y *Carollia perspicillata*. Las dos últimas utilizan *Piper* spp. en una proporción igual (62%), *S. erythromos* la utiliza en un 37%, mientras que *S. bidens* apenas la utiliza en un 6% y *Platyrrhinus infuscus* no la utiliza (Figuras 8 a 17).

Lo anotado nos indica que si bien la proporción de especies vegetales utilizadas por una sola especie de murciélago podría no ser tan alta, existen unas especies de murciélagos que son más importantes que otras en la dispersión de semillas de un respectivo grupo de plantas, ya que las utilizan más intensamente.

Así vemos la importancia que tiene la diversidad de especies de murciélagos en el ecosistema del bosque montano, ya que además de ser dispersores de plantas pioneras, al tener dietas diferentes tanto cualitativa como cuantitativamente, facilitan que exista variabilidad de estas especies vegetales en las áreas en regeneración, creando así sitios con condiciones micro-ambientales diferentes, lo cual influenciaría directamente en la futura composición florística de la comunidad clímax.

6.2. PREFERENCIAS ALIMENTICIAS

Algunos autores han observado que muchos murciélagos frugívoros incluyen insectos en sus dietas (Gardner, 1977; Fleming, 1972, 1988). Herbst (1986) hace un estudio acerca del nitrógeno en la dieta de *Carollia perspicillata*, especie que es conocida por incluir pequeñas cantidades de insectos en su dieta (Fleming, 1988). Por medio de un análisis del contenido de nitrógeno en la pulpa de algunos frutos de diferentes especies, Herbst (1986) concluye que los murciélagos, al seleccionar adecuadamente ciertas especies de frutos, pueden satisfacer sus requerimientos energéticos y nutricionales para mantener su metabolismo y reproducirse, sin necesidad de complementar su dieta con insectos.

Sturnira erythromos es la única especie que tiene un registro continuo y relativamente numeroso a lo largo del estudio, razón por la cual podríamos decir, con mayor certeza, que tiene una dieta estrictamente frugívora. Parece ser que *S. ludovici*, *S. bidens* y *Platyrrhinus infuscus* igualmente se alimentan únicamente de frutos. En cuanto a *Carollia perspicillata*, en este lugar también se registró la ingestión de insectos en su dieta.

Carollia perspicillata y *Sturnira ludovici* parecen ser consumidores importantes del género *Piper* ya que un 92 y 83%, respectivamente, de los individuos de los que se obtuvo muestras fecales estuvo consumiendo estas plantas (Figuras 11 y 13). *Sturnira erythromos* también utiliza Piperaceae en un alto grado (43% de los individuos, ver Figura 8). Posiblemente la alta utilización de piperaceas por estas tres especies, esté relacionada con el alto contenido lipídico que los frutos de estas plantas tienen, con relación a otras especies vegetales, lo que puede ser observado en los resultados del contenido nutricional de algunos frutos utilizados por murciélagos realizado por Dinerstein (1986). En dicho estudio, se observa que las diferencias de Piperaceae en otros componentes alimenticios,

como hidratos de carbono o proteínas, no son mayores comparándolas con otras familias como Solanaceae y Moraceae, muy utilizadas por los murciélagos.

De las cinco especies estudiadas, solamente *Carollia perspicillata* y *Sturnira ludovici* han sido estudiadas anteriormente, muy extensamente en el caso de la primera.

Estudios de *Carollia perspicillata* demuestran que *Piper* spp. son un componente clave en su dieta. Bonaccorso (1979), en Barro Colorado, Panamá, reportó que el 23% de las muestras fecales contuvieron semillas de *Piper*. Fleming (1988) observó que en Santa Rosa, Costa Rica, cinco especies de *Piper* representaron el 44% de las muestras fecales. En el presente trabajo se encontró que el 92% de las muestras fecales de esta especie contuvieron semillas de *Piper*. A pesar de las limitaciones de la muestra (n=37), esta cifra tan alta (92%) nos muestra la importancia que Piperaceae tiene en la dieta de *C. perspicillata*, que parece ser, es utilizada en una mayor proporción que en los lugares estudiados de Costa Rica y Panamá.

Dinerstein (1986), en un bosque nublado de Costa Rica, reporta que en la dieta de *Sturnira ludovici*, Solanaceae y Piperaceae constituyen un 29% y 61% respectivamente, lo cual coincide, en cuanto a Piperaceae, con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde el porcentaje de esta familia en la dieta de *S. ludovici* corresponde al 62%.

Sturnira bidens y *Platyrrhinus infuscus* se alimentaron principalmente de especies vegetales que las otras tres especies de murciélagos no utilizaron, o lo hicieron en un menor grado. *Sturnira bidens*, en el corto tiempo de donde provienen la mayoría de sus registros, se alimento principalmente de los frutos una especie de bromelia, mientras que *P. infuscus*, a lo largo de todo el estudio, utilizó preferentemente frutos de *Cecropia montana*.

6.3. AMPLITUD Y ESPECIFICIDAD DE LA DIETA

Es importante analizar la amplitud de la dieta de las cinco especies de murciélagos, para tener una noción de su especificidad. Al saber si una especie es generalista o específica en cuanto a su alimento, podemos decir si ésta es más susceptible a la alteración de su hábitat, ya que las relaciones estrechas entre especies obviamente involucran interdependencia. Esto es especialmente notorio en una relación mutualística como la que existe entre los murciélagos y las plantas. En este caso la desaparición de la fuente de alimento (las plantas), afectará rápidamente la permanencia de los quirópteros en el área alterada.

Fleming (1982) propone algunas variables que influencian la amplitud de dieta: a) la abundancia, diversidad y estacionalidad de las diferentes clases de presa; b) los costos relativos de buscar, obtener, manipular y asimilar las diferentes especies presa; c) las características nutricionales de las presas; y, d) los riesgos de depredadores envueltos en la búsqueda e ingestión de diferentes presas.

Las medidas de amplitud de nicho calculadas, en cuanto a los recursos tróficos (amplitud de dieta), deben ser interpretadas cuidadosamente por las limitaciones y diferencias en el tamaño de muestra de cada especie.

Se observa que existen tres especies que según los índices de amplitud de nicho, tienden a ser especialistas: *Sturnira erythromos*, *Carollia perspicillata* y *Platyrrhinus infuscus*. *Sturnira ludovici*, que tiene hábitos alimenticios parecidos a los de *S. erythromos* y *C. perspicillata* muestra una tendencia más generalista. *Sturnira bidens* es la más específica de las cinco especies, lo cual es evidente, ya que en el corto periodo de tiempo de donde provienen la mayoría de sus registros alimenticios, esta especie se alimento en un 52% de una sola especie de planta.

Parece ser que Piperaceae es un alimento bastante completo para las tres especies que la utilizan ampliamente (*Sturnira erythromos*, *S. ludovici* y *C. perpicillata*) ya que los índices de amplitud demuestran que estas tienden a ser especialistas, inclusive en el caso de *S. ludovici*, que tiene los índices más altos, si observamos los gráficos de la composición de su dieta, vemos que el 62% está constituida por Piperaceae, lo que indica que esta especie ha utilizado en proporciones más similares los diferentes ítems alimenticios que consume, de los cuales, la mayoría de registros corresponden a especies de *Piper*.

Se ha visto dos patrones en cuanto a la alimentación en plantas en un área: especialización secuencial y generalización individual. "Especialistas secuenciales" son murciélagos que solamente utilizan una planta en un tiempo, pero cambian de fuente alimenticia después de unos días o semanas. Un "generalista individual" visitará varias especies de plantas en una sola noche (Colwell, 1974; Heithaus, 1982).

Si agrupamos a las cinco especies analizadas bajo estas dos conductas alimentarias, tenemos que *Sturnira erythromos*, *S. ludovici* y *Carollia perspicillata* podrían ser catalogadas como generalistas individuales, ya que estuvieron utilizando varios ítems alimenticios en los diferentes meses que se realizó el estudio. *Sturnira bidens* parece tener el comportamiento de un especialista secuencial, ya que durante el poco tiempo que fue abundante, prácticamente se alimentó de un solo ítem.

Por último, *Platyrrhinus infuscus* no calza en ninguno de estos dos comportamientos, ya que los registros de esta especie, a pesar de que fueron reducidos, sugieren que se alimentaría principalmente de *Cecropia montana*, que es un árbol que se encontró en continua fructificación. Su dieta se complementaría con otras especies como por ejemplo *Ficus* spp.

6.4. COMPETENCIA INTERESPECÍFICA POR LOS RECURSOS ALIMENTICIOS

¿Cómo hacen las diferentes especies que habitan en un mismo lugar, y que ocupan nichos ecológicos similares, para poder subsistir en equilibrio?. Es una pregunta que se formulan quienes tratan de dilucidar las claves de mecanismos o estrategias de coexistencia. El estudio detallado de las preferencias alimenticias de las especies que habitan en simpatría, es importante para observar el grado de competencia que existe entre las especies, ya que el origen de la fuente alimenticia, generalmente es un aspecto fundamental del nicho ecológico de estas. Analizar y comparar las dietas de las especies puede dar pistas que ayuden al surgimiento de nuevas ideas que den respuesta a nuestra pregunta.

Los primeros estudios que analizan las comunidades de murciélagos de acuerdo a la repartición de recursos tróficos, como los de Fleming, Hooper y Wilson (1972) y MacNab (1971), lo hacen utilizando "matrices de nicho", donde se compara el tamaño de las especies de quirópteros ya sea separándolos en rangos de acuerdo a la longitud de su antebrazo o tamaño del cráneo, con sus hábitos alimenticios (frugívoros, carnívoros, piscívoros, insectívoros, omnívoros y hematófagos). Estos estudios esperaban encontrar que las casillas de la matriz fuesen ocupadas por una sola especie, en su lugar observaron que muchas especies del gremio de los murciélagos frugívoros de tamaño pequeño a medio, se hallaba concentrado en una sola casilla. Se pensó que haciendo un análisis más fino de lo que estas especies consumían, probablemente se iba a revelar que estos murciélagos se concentraban en diferentes especies de frutos (Fleming, Hooper y Wilson, 1972).

En la ECSF encontramos que de las cinco especies más comunes de murciélagos frugívoros, tres de estas: *Sturnira erythromos*, *S. ludovici* y *Carollia perspicillata*, presentan dietas similares en cuanto a las familias de plantas utilizadas, siendo Piperaceae la familia más representativa en la dieta de estas.

Los análisis con los índices de solapamiento, realizados a nivel de morfotipos de semillas (especies de plantas), muestran que entre *Sturnira erythromos*, *S. ludovici* y *Carollia perspicillata* existe sobreposición en el uso de recursos alimenticios (Tabla 13), lo cual es observado gráficamente en el dendrograma elaborado a partir del índice de Steinhaus (Figura 20), que agrupa a estas tres especies, dejando aisladas a *S. bidens* y *Platyrrhinus infuscus*.

De acuerdo a estos resultados, la hipótesis de Fleming, Hooper y Wilson (1971), antes mencionada, presenta dificultades, ya que parece ser que las relaciones interespecíficas del gremio de frugívoros, implican otros aspectos, más que la repartición de especies vegetales, para que así se evite la competencia por los recursos tróficos, de ser estos escasos.

El modelo de competición interespecífica de Lotka y Volterra predice que el resultado de la coexistencia de especies, que tienen una competencia significativa, terminará con la extinción de una especie y el total éxito de otra, por lo que las especies que habitan en simpatría tienen que diferir lo suficiente en sus hábitos como para evitar la competencia y poder coexistir; en otras palabras, esto se ha descrito como el principio de exclusión, cuya base es "una especie: un nicho". (Colinvaux, 1993).

En el presente estudio vemos que podría existir competencia por el alimento principalmente entre tres especies. Sin embargo, si bien el alimento es un componente muy importante del nicho ecológico de una especie, este nicho está compuesto por muchos otros

factores, siendo un espacio n-dimensional, por lo que pueden haber otros componentes que sean los que eviten que las especies compitan.

Este fenómeno ya ha sido observado por muchos ecólogos y existen estudios donde encontramos ejemplos de especies que se alimentan de lo mismo, es decir tienen un solapamiento alto en el uso de sus recursos alimenticios y viven en simpatría. Uno de los estudios más citados fue realizado por MacArthur (Colinvaux, 1993). MacArthur observó que cinco especies de pájaros se alimentaban de las mismas orugas, pero lo hacían en diferentes partes de los árboles, evitando así la competencia. Podemos pensar que estos murciélagos (*Sturnira erythromos*, *S. ludovici* y *Carollia perspicillata*), que están utilizando algunos ítems alimenticios en común, podrían tener, al igual que lo observado en aves, una repartición espacial o temporal de sus recursos para así poder evitar o disminuir una posible competencia.

6.5. DESPLAZAMIENTOS ESTACIONALES

Algo interesante que se observó durante el estudio fue la presencia de un desplazamiento estacional entre dos especies *Sturnira erythromos* y *S. bidens*.

Como se puede ver en la Figura 18, *Sturnira erythromos* fue la especie con la abundancia relativa más alta durante la mayor parte del tiempo de estudio; sin embargo, en julio esta especie tuvo muy pocas capturas. Cuando *S. erythromos* prácticamente no fue capturada, *S. bidens*, que en general fue una especie rara en las redes, pasó a ser la especie más abundante. Parece ser que su presencia estuvo asociada con la fructificación de una bromelia ya que este ítem alimenticio fue el principal componente de su dieta en el tiempo en que esta especie fue abundante. Sería interesante estudiar por qué *S. erythromos* prácticamente desaparece cuando *S. bidens* aparentemente llega al área. Estudios a largo

plazo en el área podrían determinar si estos desplazamientos entre especies han sido casuales o se dan periódicamente.

6.6. ÁREA DE VIDA Y CONDUCTA DE FORRAJEO DE *Sturnira erythromos*

Muy pocas especies de murciélagos fitófagos han sido seguidas por medio de radiotelemetría. La mayor parte de lo que se conoce acerca de su conducta de forrajeo proviene del estudio de cuatro especies de murciélagos, tres Phyllostomidae (*Phyllostomus hastatus*, *Carollia perspicillata* y *Artibeus jamaicensis*) y un Pteropodidae (*Hypsignathus monstrosus*) (Fleming, 1982). Por esta razón, estudios semejantes son muy interesantes, a pesar de que como en el presente, sean el resultado del seguimiento de un único individuo, de *Sturnira erythromos*, lo cual hace que la información obtenida deba ser interpretada cautelosamente.

La distancia máxima desde su refugio a un lugar de alimentación (2,7 km) de *Sturnira erythromos* en la ECSF, es muy parecida a la observada en *Carollia perspicillata*, por Fleming (1982), que hace el seguimiento en un bosque tropical seco en Santa Rosa, Costa Rica. Fleming anota que las áreas de forrajeo, que los individuos de *C. perspicillata* visitan, están ubicadas a no más de 3 km desde su refugio, y que la mayoría se alimenta a menos de 2 km. Además, observa que existe una relación directamente proporcional entre el tamaño de la especie y la distancia a la que los individuos se desplazan para alimentarse.

Los resultados de este trabajo corroboran la observación de Fleming (1982) en cuanto a la relación tamaño-distancia de desplazamiento, ya que *Carollia. perspicillata* en Sta. Rosa y *Sturnira erythromos*, en la ECSF, tienen un tamaño similar (20 gr en el caso de *C. perspicillata* en Costa Rica, versus 18,9 gr (SD=2,1; n=89) de *S. erythromos* en la ECSF).

El área que *Sturnira erythromos* utilizó para alimentarse fue de aproximadamente 0,8 km^2, sin embargo, el individuo siempre se movilizó una distancia máxima de hasta 2,7 km, en una sola dirección desde su refugio. Si tomamos esta distancia (2,7 km) como el radio de una circunferencia, suponiendo que el individuo puede movilizarse esta distancia en todas las direcciones, tenemos que *S. erythromos* podría ocupar para su forrajeo un área de 23 km^2, lo que implicaría un aumento considerable en el potencial área de dispersión de semillas.

Según Fleming (1982), la estrategia de un murciélago para buscar frutos, envuelve decisiones como:

a) Cuán lejos viaja del refugio antes de comenzar a buscar comida (usualmente llamada distancia de conmutación).
b) Estar o no constantemente alerta por el alimento, mientras conmuta y en la búsqueda actual.
c) Buscar o no a lo largo de un camino regular (línea de atrape) o uno irregular, que podría incluir buscar en actuales áreas improductivas para ver futuros florecimientos o fructificaciones.

La teoría de refugios sugiere que, cuando los recursos están homogéneamente distribuidos, el conmutar diferentes distancias envuelve un intercambio entre los costos de desplazarse y la disponibilidad de recursos esperada. Las distancias cortas significan bajos costos en el desplazamiento, pero además baja densidad de alimentos (debido a la competición intra-refugio), mientras que las distancias largas implican un alto costo en el desplazamiento pero relativamente una densidad más alta de alimento (Fleming, 1982).

En el caso de *Sturnira erythromos*, la distancia de conmutación fue relativamente larga (1,5 km), aproximadamente el equivalente a la mitad de la distancia máxima de desplazamiento por noche (2,7 km). Esto posiblemente se deba no solamente a una

Sturnira erythromos fue la especie con más registros de actividad reproductiva. Los primeros individuos con testículos escrotales se presentaron en agosto, mientras que el último registro de una hembra preñada fue en abril, si suponemos que el periodo de lactancia es de aproximadamente dos meses, como ha sido observado por Fleming (1998) en *Carollia perspicillata*, especie muy parecida a *S. erythromos*. Podemos elaborar un ciclo reproductivo hipotético donde *S. erythromos* tendría actividad reproductiva prácticamente a lo largo de todo el año (Figura 22).

Sin embargo, observamos que la mayor parte de datos de actividad reproductiva, especialmente los de hembras preñadas y lactantes, provienen de los meses de octubre a diciembre (Tabla 10). Por lo que parece ser que si bien *Sturnira erythromos* puede reproducirse a lo largo de todo el año, existe una época principal de reproducción, que coincidiría para que la gestación y lactancia, estados que requieren un mayor gasto energético, se presenten en la época de mayor abundancia de alimentos.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, la principal época de cópula se daría a inicios de la estación seca, es decir los meses de agosto y septiembre.

No conocemos cuanto tiempo demora exactamente el periodo de gestación en *Sturnira erythromos*. En la Tabla 10 observamos que el mes con más individuos con testículos escrotales fue septiembre; el mes con más hembras en un estado mediano o avanzado de gestación (reconocible por palpamiento) fue octubre; y, el mes con más hembras lactantes fue diciembre. Por esto suponemos que la gestación demora aproximadamente de 3 a 4 meses, tiempo que es similar al periodo de gestación en *Carollia perspicillata*, de 120 días, observado por Fleming (1988). Así, el principal periodo de gestación se daría entre agosto y diciembre.

El periodo de lactancia en *Carollia perspicillata* dura de uno a dos meses (Fleming 1988), es probable que *Sturnira erythromos* utilice un tiempo similar en sus crías. Si es

competencia intra-refugio, sino también a la disponibilidad de refugio, lo cual es un factor muy importante para la supervivencia de estos animales (Kunz, 1982). Es probable que el individuo no encontró un lugar más seguro y cercano al área de forrajeo, por lo que le resulta más ventajoso o económico volar rápidamente a un lugar donde hay más vegetación de la cual alimentarse y después de su jornada descansar bajo la protección de su guarida.

Respecto al segundo punto, en el tiempo que el individuo fue seguido, se apreció claramente que éste recorrió la distancia de conmutación bastante rápido, por lo que seguramente no realizó búsqueda de alimentos antes de llegar al área de la ECSF, en donde forrajeó toda la noche, para luego volver a su refugio al amanecer.

6.7. ACTIVIDAD REPRODUCTIVA

Los registros de actividad reproductiva en general fueron escasos y la mayoría de ellos se concentraron en los meses de agosto a diciembre (Tabla 10), meses que se encuentran dentro de la estación seca del área de la ECSF y que comprende desde agosto hasta febrero (Figura 3).

Según un trabajo en bosques tropicales centroamericanos de Janzen (1967), la estación seca tardía y el comienzo de la estación húmeda son los principales períodos de fructificación en los bosques tropicales. Seguramente en el área de estudio, estas épocas también son abundantes en fructificaciones, brindando así condiciones favorables para que los murciélagos se reproduzcan. Es generalmente aceptada la hipótesis sobre la relación que existe entre la abundancia de alimento y las épocas reproductivas en los animales. Un suplemento alimenticio adecuado durante la lactancia y el destete, es la presión selectiva más importante en el tiempo de los ciclos reproductivos de mamíferos (Racey, 1982).

así, el principal periodo de lactancia estaría ubicado entre los meses de noviembre a febrero.

6.8. CONCLUSIONES

- Las familias y especies vegetales más utilizadas por el gremio de murciélagos frugívoros en la ECSF son características de vegetación secundaria. Al dispersar estas semillas, la comunidad de murciélagos participa en los procesos de regeneración de la cobertura vegetal.

- Al alimentarse de una amplia gama de especies secundarias, la diversidad de murciélagos frugívoros ayudaría a mantener la riqueza de la cobertura vegetal madura, al facilitar condiciones microclimáticas diferentes, dadas por la diversidad florística de especies pioneras que los murciélagos ayudan a dispersar en los lugares de regeneración de cobertura vegetal.

- Las especies analizadas, a excepción de *Carollia perspicillata*, mostraron hábitos alimenticios netamente frugívoros.

- *Sturnira erythromos* tiene tendencia al especialismo, se alimenta principalmente de Piperaceae y Solanaceae, constituyendo estas dos familias el 37 y 35% de la dieta respectivamente.

- *Carollia perspicillata* tiene tendencia a ser un especialista, se alimenta principalmente de Piperaceae, que compone el 62% de su dieta.

- *Sturnira ludovici* se alimenta principalmente de Piperaceae, utilizando esta familia en una proporción similar a *Carollia perspicillata*, pero parece ser que utiliza las diferentes especies vegetales en proporciones más equitativas que esta última.

- *Sturnira bidens* muestra ser la más especialista de las cinco especies, aunque se debe tomar en cuenta que la mayoría de sus registros provienen de un período corto de tiempo, cuando se alimenta principalmente de una especie de bromelia no identificada.

- *Platyrrhinus infuscus* tiene tendencia a ser especialista, se alimenta principalmente de *Cecropia montana,* que representa el 63% de su dieta.

- Las cinco especies en general parecen especializarse en ciertos grupos de plantas, lo que las hace más susceptibles a cambios en la composición florística de su hábitat.

- *Sturnira erythromos*, *S. ludovici* y *Carollia perspicillata*, son especies que comparten muchos recursos alimenticios, por lo que de ser estos escasos podría darse competencia entre ellas.

- El análisis detallado de los recursos alimenticios utilizados por una comunidad, parece no ser suficiente para esclarecer cómo especies similares viven en simpatría, en un supuesto equilibrio. Deben existir otros mecanismos o dimensiones del nicho, que sean tan importantes como el recurso trófico, para que estas especies puedan perpetuar su coexistencia.

- El individuo de *Sturnira erythromos,* seguido por medio de radio telemetría, se desplazó entre diferentes remanentes de bosque, desplazándose cerca de 3 km desde su refugio al punto más lejano, lo cual, sumado a la relativamente amplia área que utilizó para forrajear (0,8 km^2), destaca la importancia de estos animales como agentes dispersores de semillas.

- *Sturnira erythromos* parece tener actividad reproductiva a lo largo de casi todo el año, aunque se aprecia que la mayoría de registros, en especial de gestación y lactancia se concentran en la época seca.

7. LITERATURA CITADA

Albuja, L. 1982. Murciélagos del Ecuador. Departamento de ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

Albuja, L. 1999. Murciélagos del Ecuador. Segunda edición, Departamento de Ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional, FUNDACYT, Quito.

Balslev, H. 1988. Distribution pattern of ecuadorean plant species. Taxon 37: 567–577.

Banack, S. A. 1998. Diet selection and resource use by flying foxes (Genus *Pteropus*). Ecology 79: 1949–1967.

Bizerril, X. A., Raw, A. 1997. Feeding specialization of two species of bats and the fruit quality of *Piper arboreum* in a Central Brazilian gallery forest. Revista de Biología Tropical 45(2): 913–918.

Bizerril, X. A., Raw, A. 1998. Feeding behaviour of bats and the dispersal of *Piper arboreum* seeds in Brazil. Journal of Tropical Ecology 14: 109–114.

Bonaccorso, F. J. 1979. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences 24: 359–408.

Bonaccorso, F. J., Gush, T. J. 1987. Feeding behaviour and foraging strategies of captive phyllostomid fruit bats: An Experimental Study. Journal of Animal Ecology 56: 907–920.

Cañadas, L. 1983. El Mapa Bioclimático del Ecuador. Ediciones del Banco Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

CENDES y CORMADERA. 1991. Estadísticas del sector forestal y maderero del Ecuador (CENDES) y Corporación de Desarrollo para el Sector Forestal y Maderero del

Ecuador (CORMADERA), Serie Estadística No. 1. Impresores gráficos Cormen, Quito, Ecuador.

Colwell, R. K. 1974. Competition and coexistence in a simple tropical community. American Naturalist 107: 737–760.

Colinvaux, P. A. 1993. Ecology 2. Jon Wiley & Sons Inc, Crawfords ville, USA.

Dinerstein, E. 1986. Reproductive ecology of fruit bats and the seasonality of fruit production in a Costa Rican Cloud Forest. Biotropica 18(4): 307–318.

Dodson, C., Gentry, A. H. 1991. Biological extintion in western Ecuador. Ann. Missouiri Bot. Gard. 78: 273–295.

Ehrlich, P. R., Raven, P. H. 1964. Butterflies and plants: A study in coevolution. Evolution 18: 586–608.

Fenton, M. B., Acharya, D., Audet, D., Hickey, M. B. C., Merriman, C., Obrist, M. K., Syme, D. M., Adkins, B. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the neotropics. Biotropica 23(3): 440–446.

Findley, J. S., Wilson, D. E. 1982. Ecological significance of chiropteran morphology. En: Ecology of Bats (T.H. Kunz ed.) pp. 243–258. Plenum Press, New York, U.S.A.

Fleming, T. H., Hooper, E. T., Wilson, D. E. 1972. Three central american bat communities: structure, reproductive cycles, and movement patterns. Ecology 53(4): 555–569.

Fleming, T. H., Heithaus, E. R. 1981. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. Reproductive Botany, Supplement Biotropica 13: 45–53.

Fleming, T. H., 1982. Foraging strategies of plant-visiting bats. En: Ecology of Bats (T.H. Kunz ed.) pp. 287–325. Plenum Press, New York, U.S.A.

Fleming, T.H. 1988. The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions. The University of Chicago Press, Chicago, U.S.A.

Gardner, A. L. 1977. Feeding habits. Biology of Bats of the New World Family Phyllostomatidae. Part II, Special Publications the Museum Texas Tech University, Texas Tech Press, Lubbock, Texas, U.S.A.

Gaston, K. J. 1994. Rarity. Chapman & Hall, London, England.

Gentry, A. H. 1995. Patterns of diversity and floristic Composition in neotropical montane forests. En: Biodiversity and conservation of neotropical cloud forests (S. P. Churchil, H. Balslev, E. Forero y J. L. Luteyn eds.) pp. 103–126. The New York Botanical Garden, New York, U.S.A.

Gomez-Pompa, A. 1971. Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical. Biotropica 3(2): 125–135.

Heithaus, E. R., Fleming, T. H., Opler, P. A. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. Ecology 56(4): 841–854.

Heithaus, E. R. 1982. Coevolution between bats and plants. En: Ecology of Bats (T.H. Kunz ed.) pp. 327–366. Plenum Press, New York, U.S.A.

Herbst, L. H. 1986. The role of nitrogen from fruit pulp in the nutrition of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. Biotropica 18(1): 39–44.

Hernández-Conrique, Iñiguez-Dávalos, Storz. 1997. Selective feeding by phyllostomid fruit bats in a subtropical montane cloud forest. Biotropica 29(3): 376–379.

Horn, H. S. 1966. Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. American Nature 100: 419–424.

Howe, H.F. 1977. Bird activity and seed dispersal of a tropical wet forest tree. Ecology 58: 539–550.

Howe, H.F. 1980. Monkey dispersal and waste of a neotropical fruit. Ecology 61: 944–959.

Howe, H. F., Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. Annual Reviews of Ecology and Systematics 13: 201–228.

Howe, H.F. 1986. Fruit dispersal by fruit eating birds and mammals. En: Seed Dispersal (David R. Murray, ed.) pp. 123–190. Academic Press, New York, U.S.A.

Howell, D. J., Burch, D. 1974. Food habits of some Costa Rican bats. Revista de Biología Tropical 21: 284–334.

Hutchinson, G. E. 1981. Introducción a la ecología de poblaciones. Ed. Blume, Barcelona, España.

Iudica, C. A. 1995. Frugivoría en murciélagos: el frutero común (*Sturnira lilium*) en las Yungas de Jujuy, Argentina. En: Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña (A. D. Brown y H. R. Grau, eds.) pp. 123–128. Proyecto de Desarrollo Agroforestal / L.I.E.Y, Argentina.

Iudica, C. A., Bonaccorso, F. J. 1997. Feeding of the bat *Sturnira lilium*, on fruits of *Solanum riparium* influences dispersal of this pioneer tree in forests of northwestern Argentina. Studies on Neotropical Fauna and Environment 32: 4–6.

Janzen, D. H. 1967. Syncronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. Evolution 21: 620–637.

Jongman, R. H. G., ter Braak, C. F. J, Tongeren, O. F. R. 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen, Netherlands.

Jorgensen, P. M., Ulloa Ulloa, C., Madsen, J. E., Valencia R., R. 1995. A floristic analysis of the high Andes of Ecuador. En: Biodiversity and conservation of neotropical cloud forests (Steven P. Churchil *et al.* eds.) pp. 221–237. The New York Botanical Garden, New York, U.S.A.

Krebs, Ch. J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins Publishers, New York, U.S.A.

Kunz, T. H. 1982. Roosting ecology. En: Ecology of Bats (T.H. Kunz ed.) pp. 1–55. Plenum Press, New York, U.S.A.

Legendre y Vaudor. 1991. The R package: Multidemensional analysis, spatial analysis. Départment de Sciences Biologiques Université de Montreal, Canada.

Levey, D. J., Moermond, T. C. Denslow, J. S. 1994. Frugivory: An overview. En: Ecology and natural history of a neotropical rain forest. (L.A. McDade, S. K. Bawa, H. A. Hespenheide y G. S. Hartshorn eds. La Selva) pp. 282–294. The University of Chicago Press, Chicago, U.S.A.

Levins, S. R. 1968. Evolution in changing environments: Some theoretical explorations. Princeton University Press, Princeton, U. S. A.

López, J. E. 1996. Hábitos alimentarios de murciélagos frugívoros y su participación en la dispersión de semillas, en bosques secundarios húmedos de Costa Rica. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica.

Mckey, D. 1975. The ecology of coevolved seed dispersal systems. En: Coevolution of animals and plants. (L.E. Gilbert y P. H. Raven, eds.) pp. 159–191. Austin University of Texas Press, U.S.A.

McNab, B. K. 1971. The structure of tropical bat faunas. Ecology 52: 352–358.

Montúfar, R. 1999. Influencia de factores edáficos en la distribución y abundancia de diez especies de palmas en el Parque Nacional Yasuní, Amazonía ecuatoriana. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

Morrison, D. W. 1978. Foraging ecology and energetics of the frugivorous bat *Artibeus Jamaicensis.* Ecology 59 (4): 716–723.

Muñoz Arango, J. 1990. Diversidad y hábitos alimenticios de murciélagos en transectos altitudinales a través de la Cordillera Central de los Andes en Colombia, Studies on Neotropical Fauna and Environment 25 (1): 1–17.

Noble, J.C. 1975. The effects of emus (*Dromaius novae-hollandiae Latham*) on the distribution of the nitre bush (*Nitraria billardieri* DC.). Journal of Ecology 63: 979–984.

Palmeirim, J., Etheridge, K. 1985. The influence of Man-made Trails on Foraging by Tropical Frugivorous Bats. Biotropica 17 (1): 82–83.

Parrotta, J. A., Knowles, O. H., Wrundle, J. M. 1997. Development of floristic diversity in 10-year-old restoration forests on a bauxite mined site in Amazonia. Forest Ecology and Managment. 9: 21–42.

Pianka, E. R. 1974. Niche overlap and diffuse competition. Proceedings of National Academy of Science, 71: 2141–2145.

Racey, P. A. 1982. Ecology of bat reproduction. En: Ecology of Bats (T.H. Kunz ed) pp. 57–104. Plenum Press, New York, U.S.A.

Rick, C.M., Bowman, R. I. 1961. Galapagos tomatoes and tortoises. Evolution 15: 407–417.

Smith, E. P., Zaret, T. M. 1982. Bias in estimating niche overlap. Ecology 63: 1248–1253.

Sussman, R. W., Raven, P. H. 1978. Pollination by lemurs and marsupials: An archaic coevolutionary system. Science 200: 731–736.

Tirira S., D. 1999. Mamíferos del Ecuador, Publicación especial 2. Museo de Zoología (QCAZ), Centro de Biodiversidad y Ambiente (CBA), Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), Sociedad para la Investigación y Monitoreo de la Biodiversidad Ecuatoriana (SIMBIOE), Quito, Ecuador.

Thomas, D. W., Cloutier, D., Provencher, M., Houle, C. 1988. The shape of bird- and bat-generated seed shadows around a tropical fruiting tree. Biotropica 20 (4): 347–348.

Valencia R., R. 1995. Composition and structure of an andean forest fragment in eastern Ecuador. En: Biodiversity and conservation of neotropical cloud forests (S. P. Churchil, H. Balslev, E. Forero y J. L. Luteyn eds.) pp. 239–249. The New York Botanical Garden, New York, U.S.A.

Van Valen, L.1979, The evolution of bats. Evolution Theory 4:103–121.

Vázquez, C., Orozco, A., François, G., Trejo, L. 1975. Observations on seed dispersal by bats in a tropical humid region in Veracruz, Mexico. Biotropica 7(2): 73–76.

Webster, G. L. 1995. The Panorama of neotropical Cloud Forests. En: Biodiversity and conservation of neotropical cloud forests (S. P. Churchil, H. Balslev, E. Forero y J. L. Luteyn eds.) pp. 53–77. The New York Botanical Garden, New York, U.S.A.

Wilson, D. E., Cole, F., Nichols, J. D., Rudran R., Foster, M. S. 1996. Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press, Washington, U.S.A.

Wrundle, J. M. 1997. The role of animal seed dispersal in acelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. Forest Ecology and Managment 99: 223–235.

8. FIGURAS

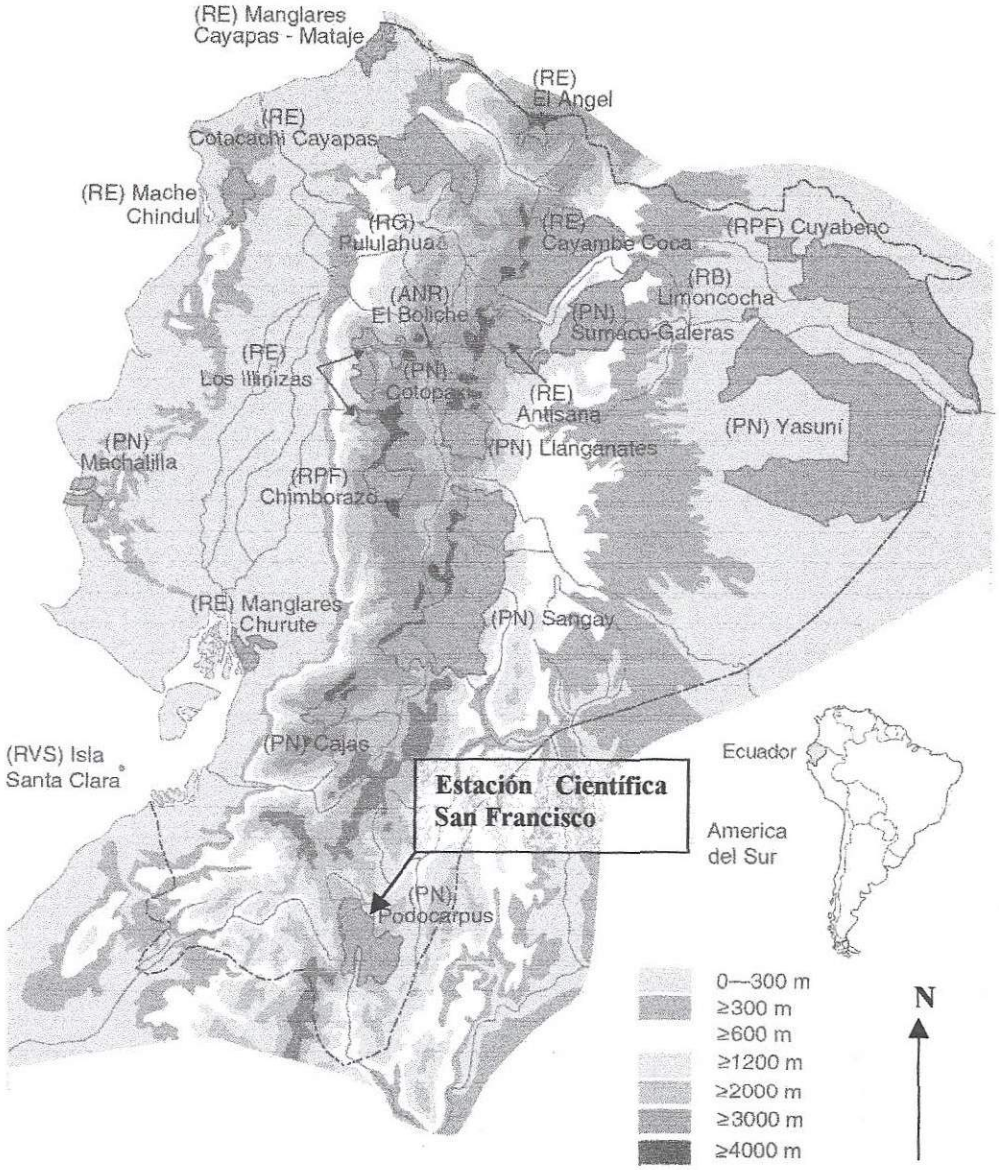


Figura 1. Ubicación del área de estudio, Estación Científica San Francisco. (Mapa base, cortesía de AAU)

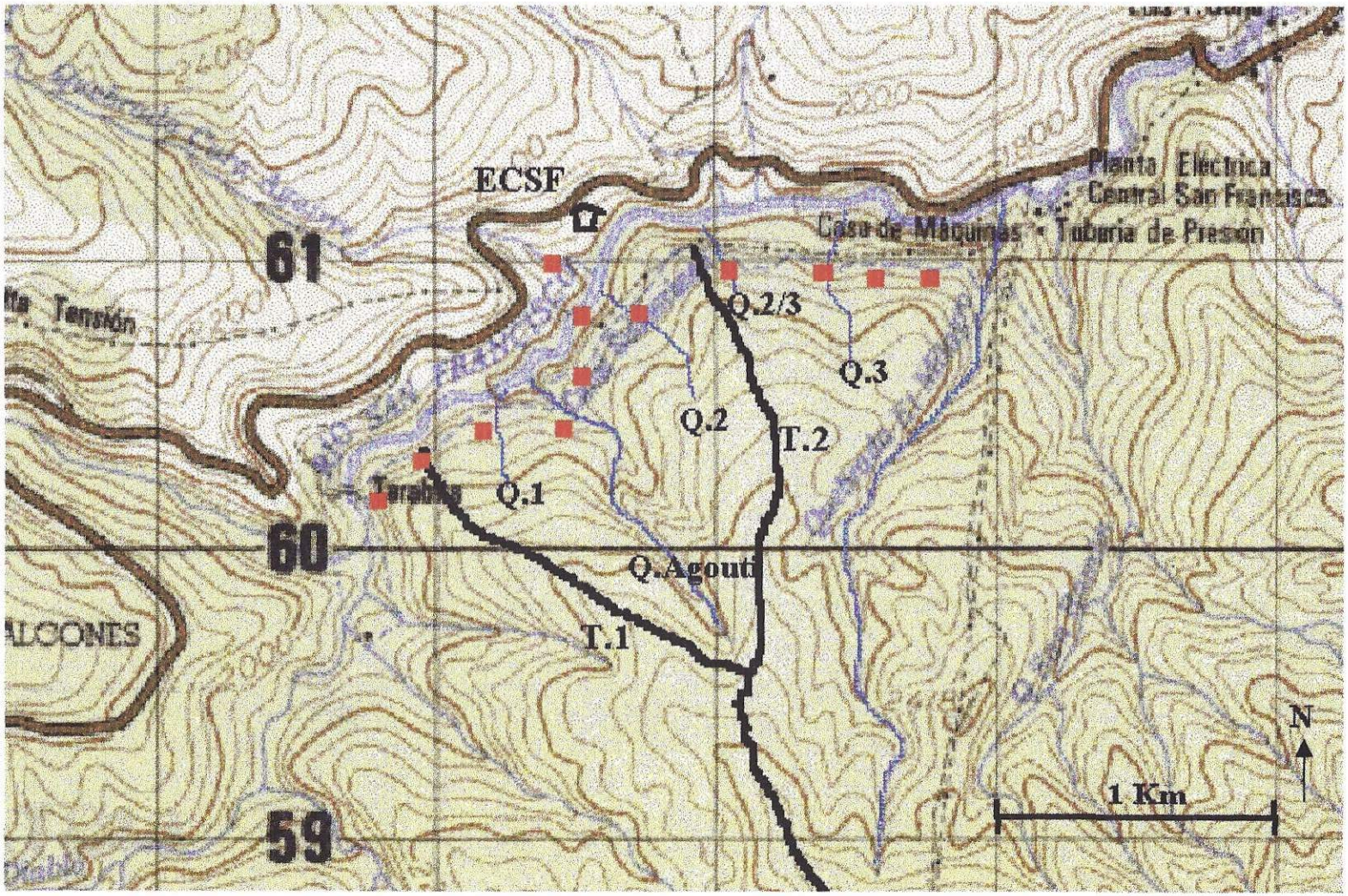


Figura 2. Área de la ECSF (3°58'03''S, 79°04'27''W). Se señalan los transectos (T.1 y T.2), los sitios de captura (cuadrados rojos) y las quebradas que desembocan en el río San Francisco (Q.1, Q.Aguoti, Q.2, Q.2/3, Q.3). Los números en las líneas horizontales pertenecen a la cuadrícula transversa de mercator a 1000 m, zona 17, esferoide internacional.

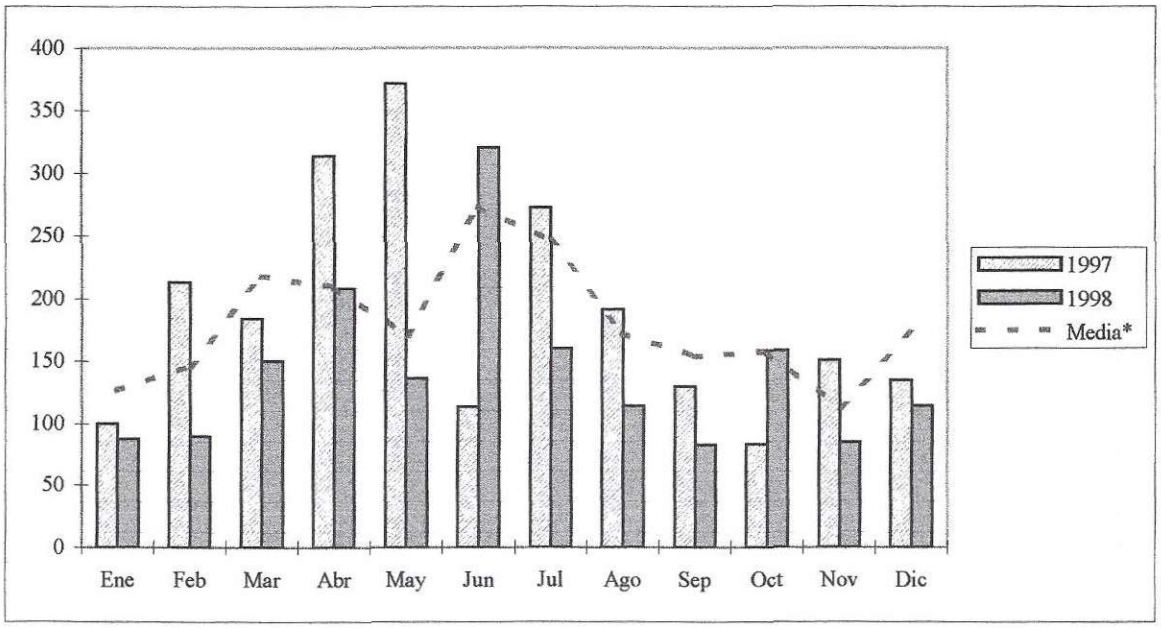


Figura 3. Precipitación en mm en el área de estudio, Datos de INAMHI, estación metereológica San Francisco-San Ramón).
* Precipitación media calculada con registros de 12 años (entre 1980 y1994).

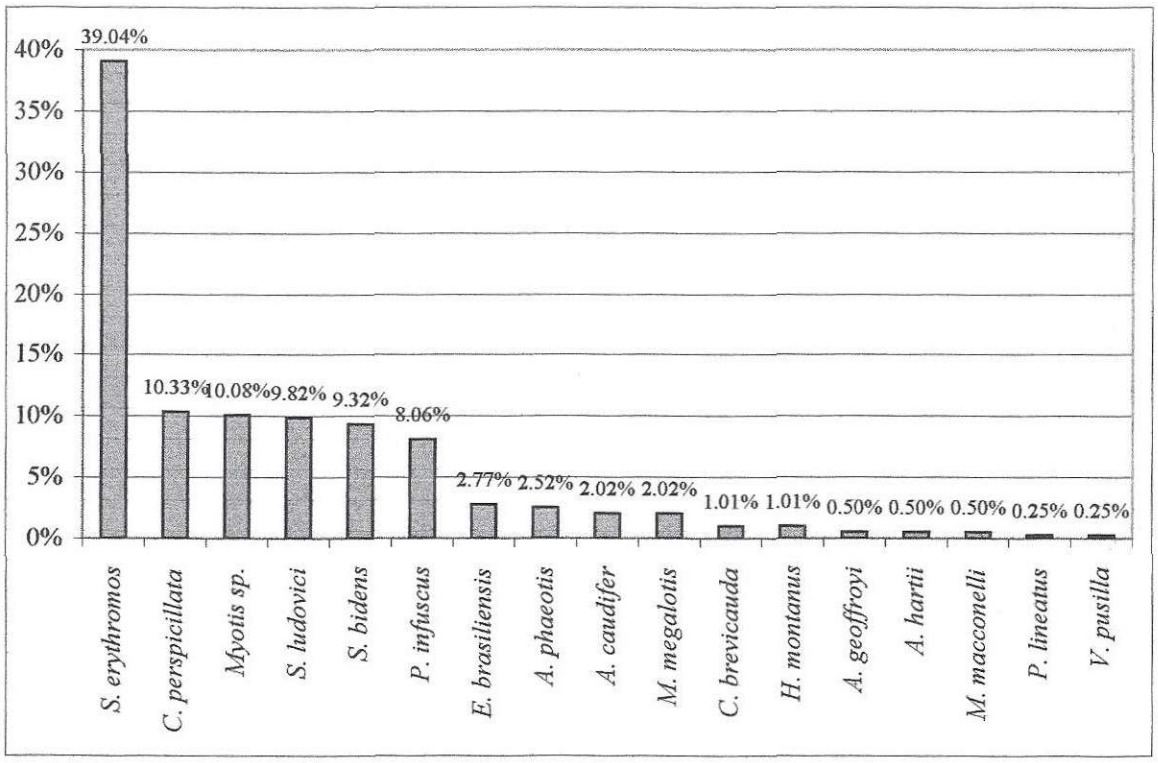


Figura 4. Abundancia relativa de las especies de murciélagos capturadas en el área de la ECSF, (n = 397).

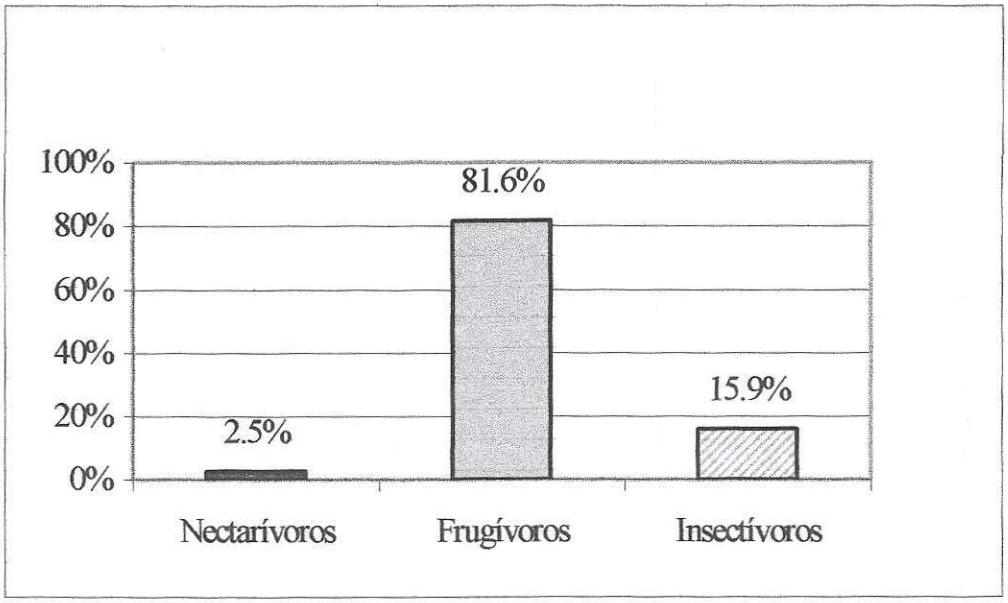


Figura 5. Proporción de capturas a nivel de individuos de los tres gremios de murciélagos encontrados en la ECSF, (n = 397).

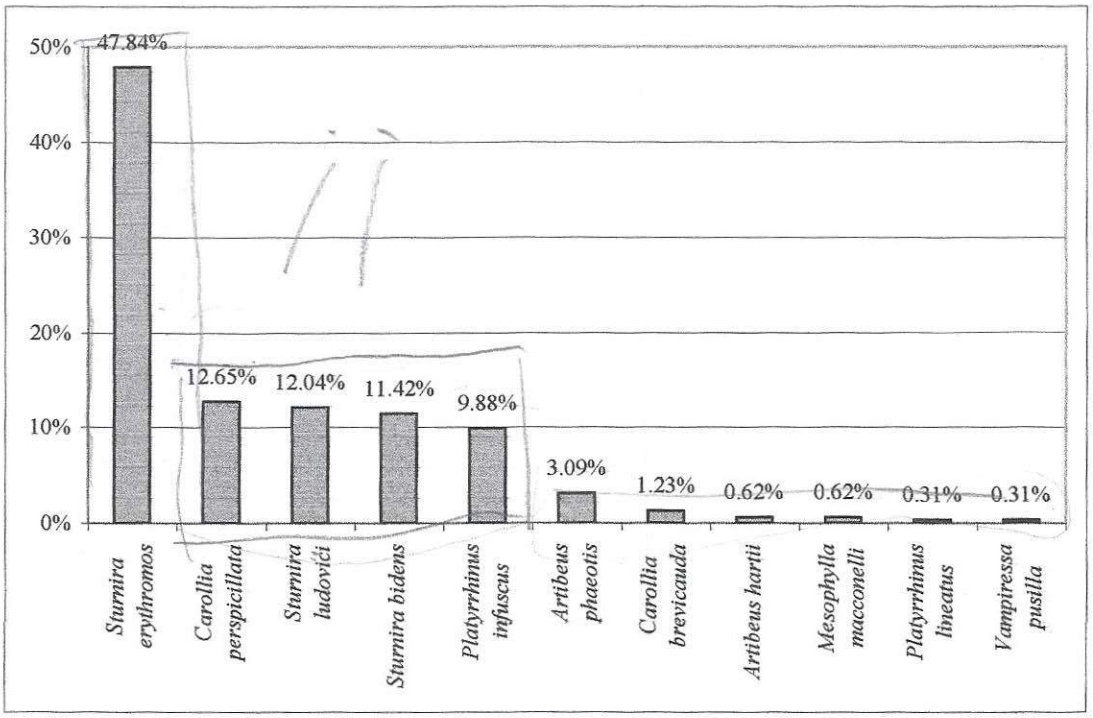


Figura 6. Abundancia relativa de las once especies de murciélagos frugívoros capturadas en el área de la ECSF, (n = 324).

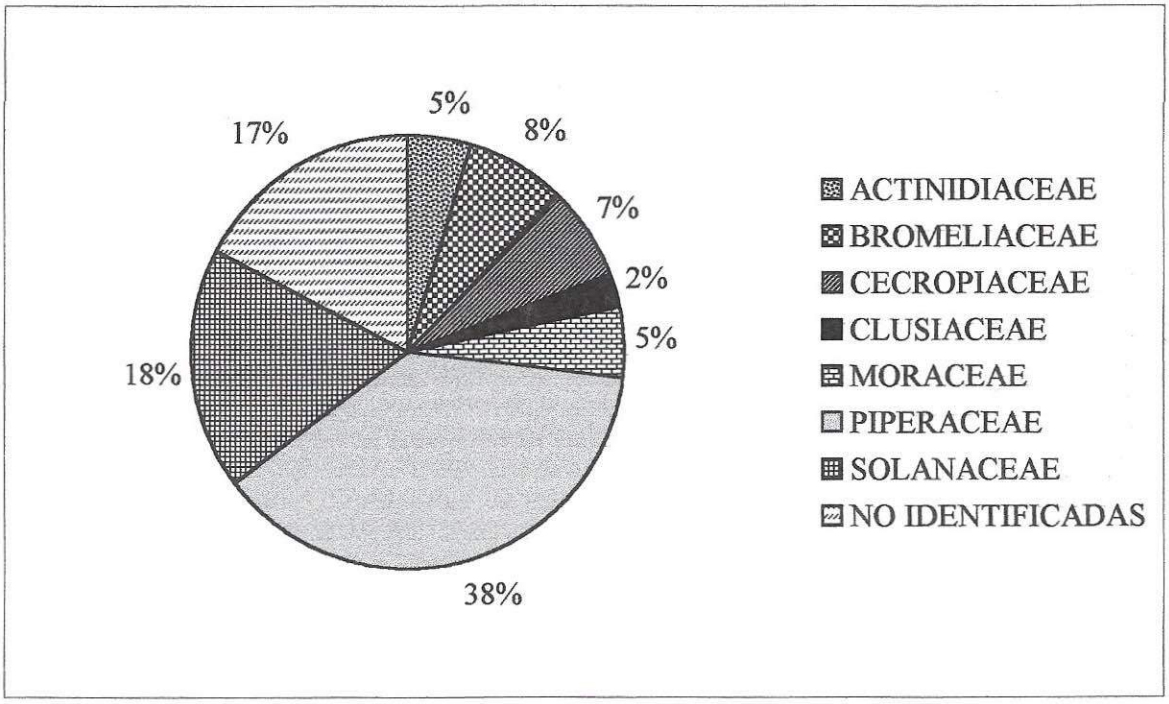


Figura 7. Porcentaje, en cuanto al número de registros alimenticios (n = 324) de los diferentes ítems alimenticios, agrupados en sus familias, encontrados siendo utilizados por la comunidad de murciélagos frugívoros. Los detalles se aprecian en la Tabla 2.

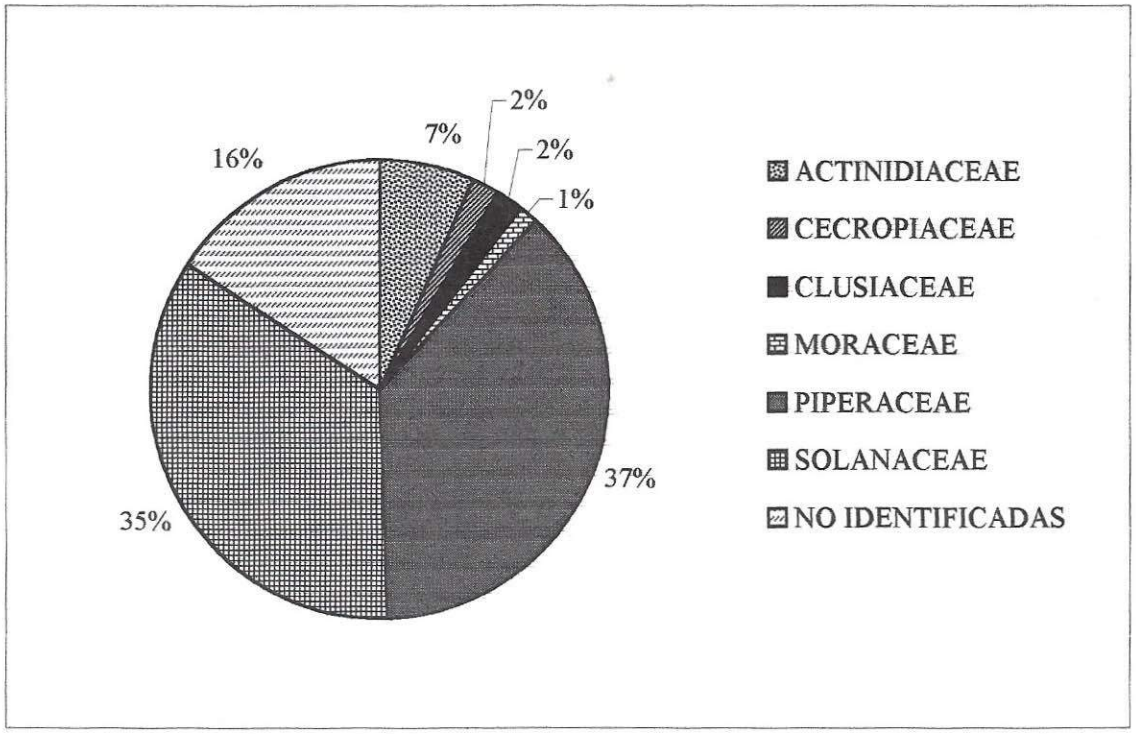


Figura 8. Proporción de cada familia vegetal en la dieta de *Sturnira erythromos*. Cada ítem alimenticio ha sido agrupado dentro de su familia (No. de registros alimenticios = 152).

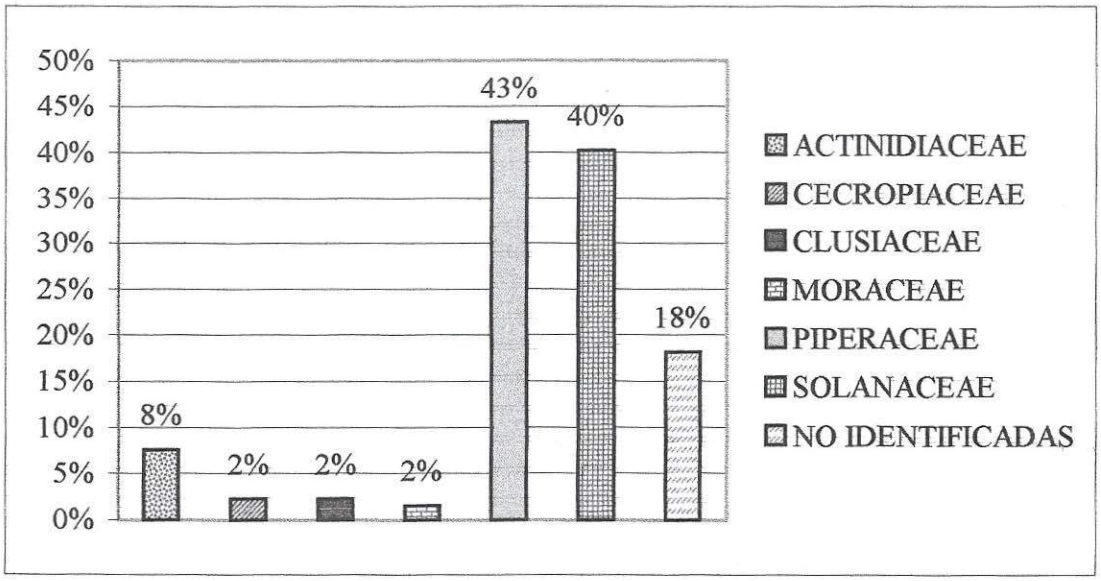


Figura 9. Proporción de utilización de cada familia vegetal a nivel de individuo, para la especie *Sturnira erythromos*. Esta cifra se obtiene dividiendo el número de registros de cada familia vegetal para 132, que es el número de ejemplares de los cuales se obtuvo registros alimenticios.

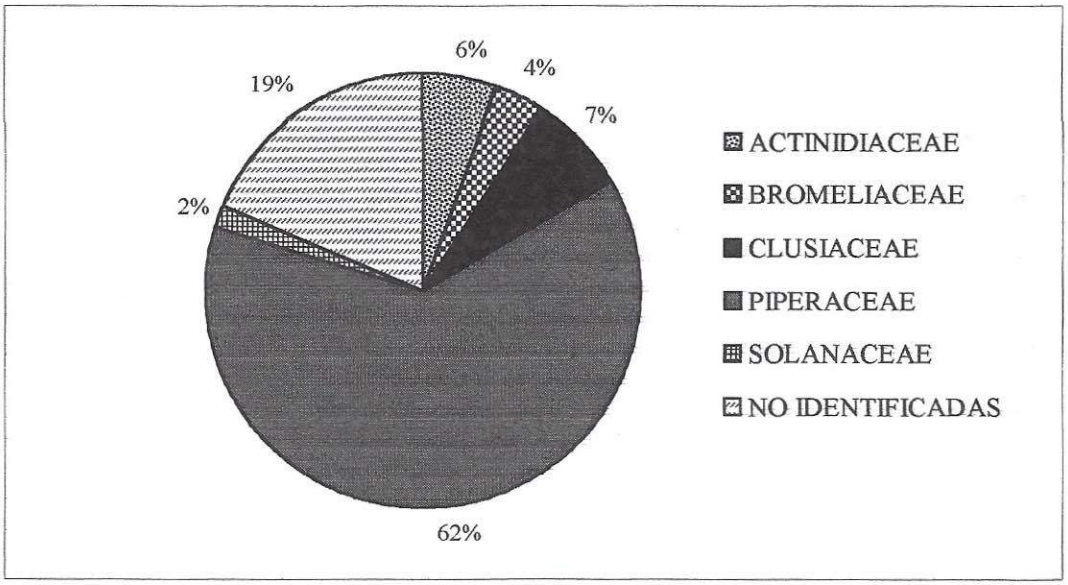


Figura 10. Proporción de cada familia vegetal en la dieta de *Carollia perspicillata*. Cada ítem alimenticio ha sido agrupado dentro de su familia (No. de registros alimenticios = 54).

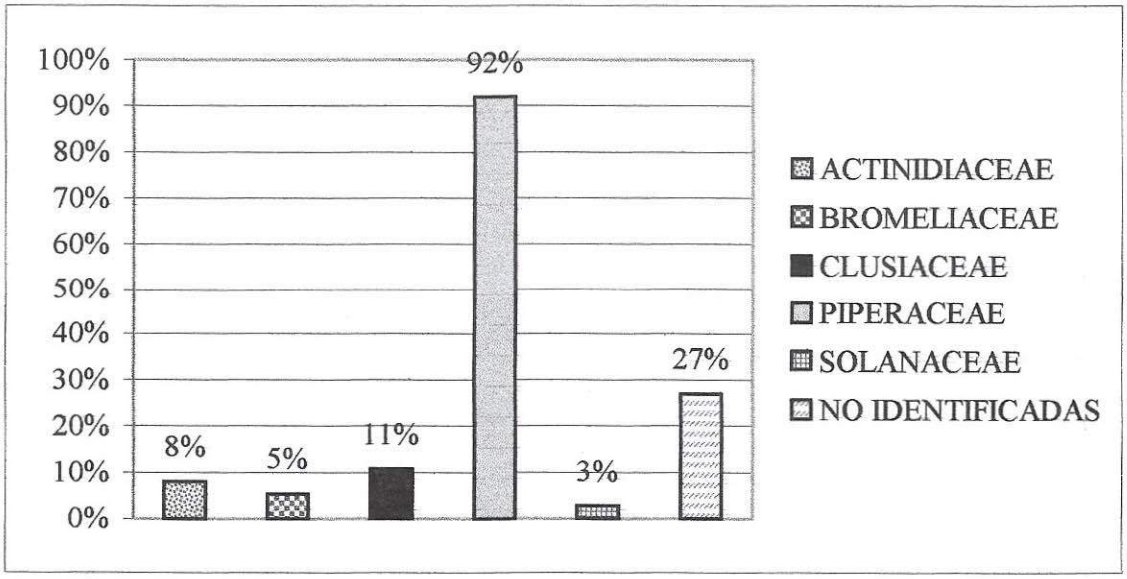


Figura 11. Proporción de utilización de cada familia vegetal a nivel de individuo, para la especie *Carollia perspicillata*. Esta cifra se obtiene dividiendo el número de registros de cada familia vegetal para 37, que es el número de ejemplares de los cuales se obtuvo registros alimenticios.

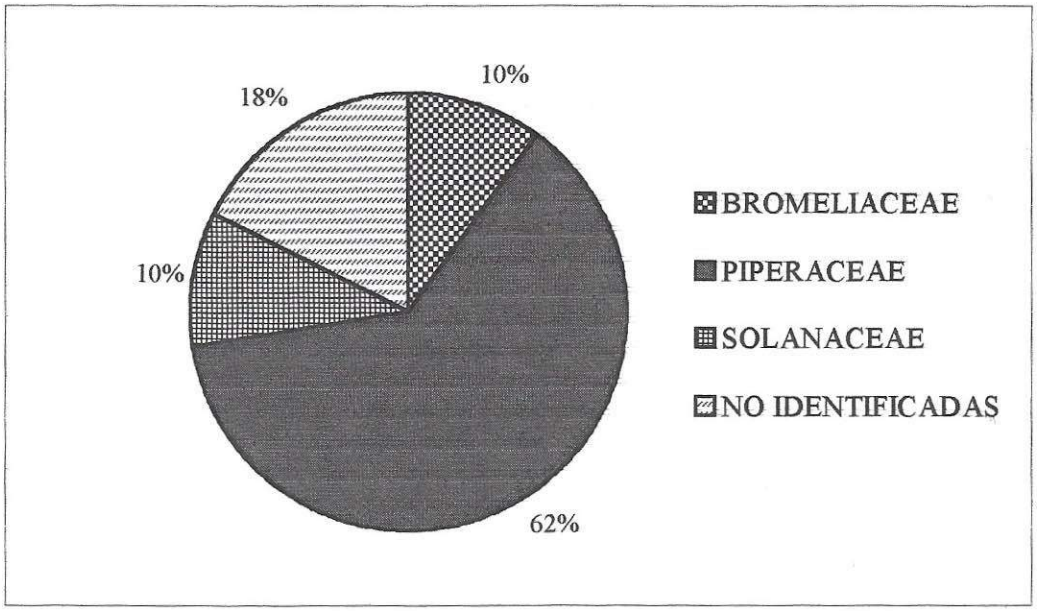


Figura 12. Proporción de cada familia vegetal en la dieta de *Sturnira ludovici*. Cada ítem alimenticio ha sido agrupado dentro de su familia (No. de registros alimenticios = 40).

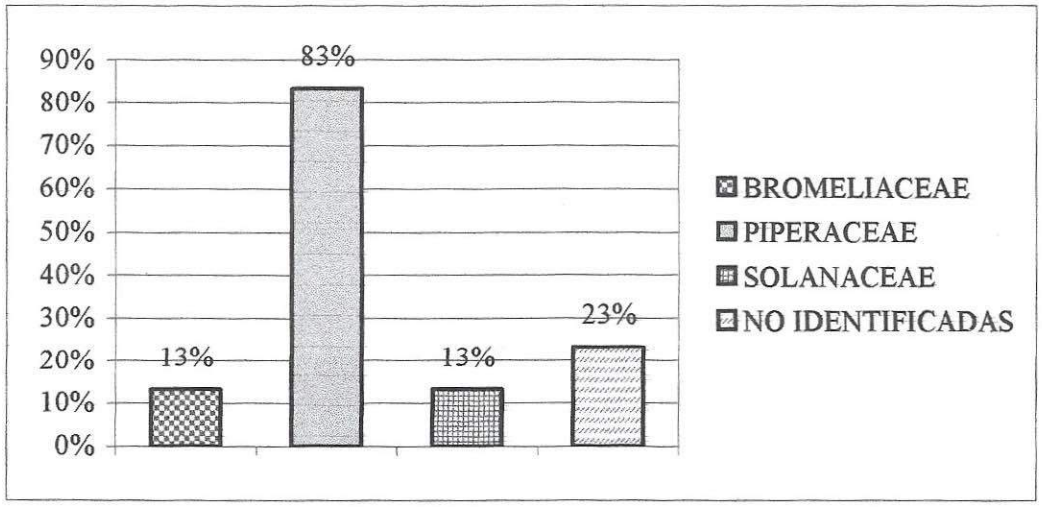


Figura 13. Proporción de utilización de cada familia vegetal a nivel de individuo, para la especie *Sturnira ludovici*. Esta cifra se obtiene dividiendo el número de registros de cada familia vegetal para 30, que es el número de ejemplares de los cuales se obtuvo registros alimenticios.

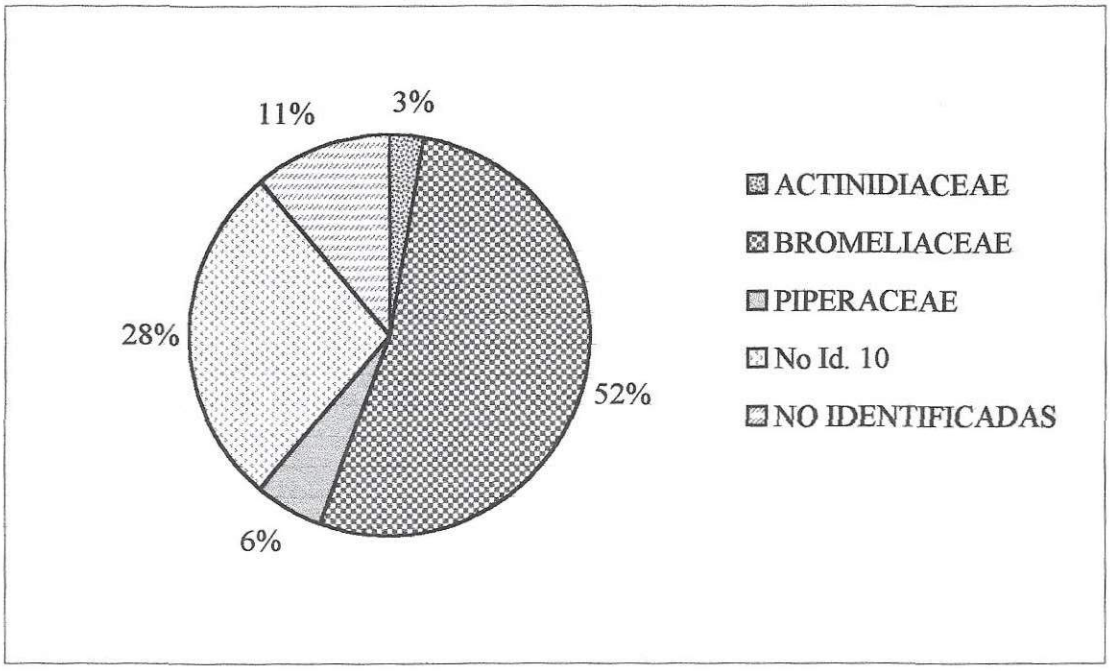


Figura 14. Proporción de cada familia vegetal en la dieta de *Sturnira bidens*. Cada ítem alimenticio ha sido agrupado dentro de su familia (No. de registros alimenticios = 36).

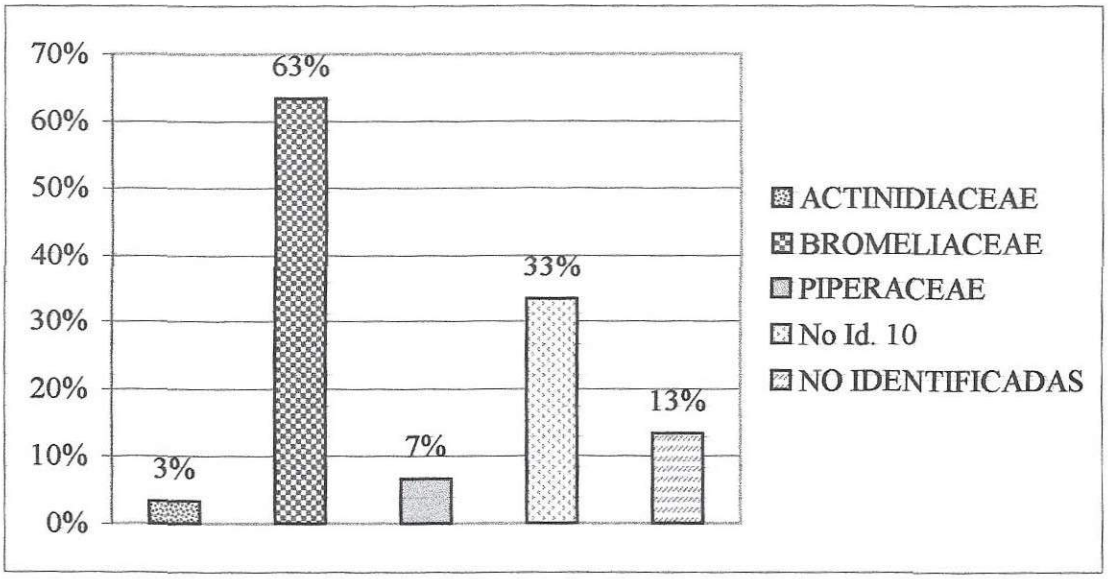


Figura 15. Proporción de utilización de cada familia vegetal a nivel de individuo, para la especie *Sturnira bidens*. Esta cifra se obtiene dividiendo el número de registros de cada familia vegetal para 30, que es el número de ejemplares de los cuales se obtuvo registros alimenticios.

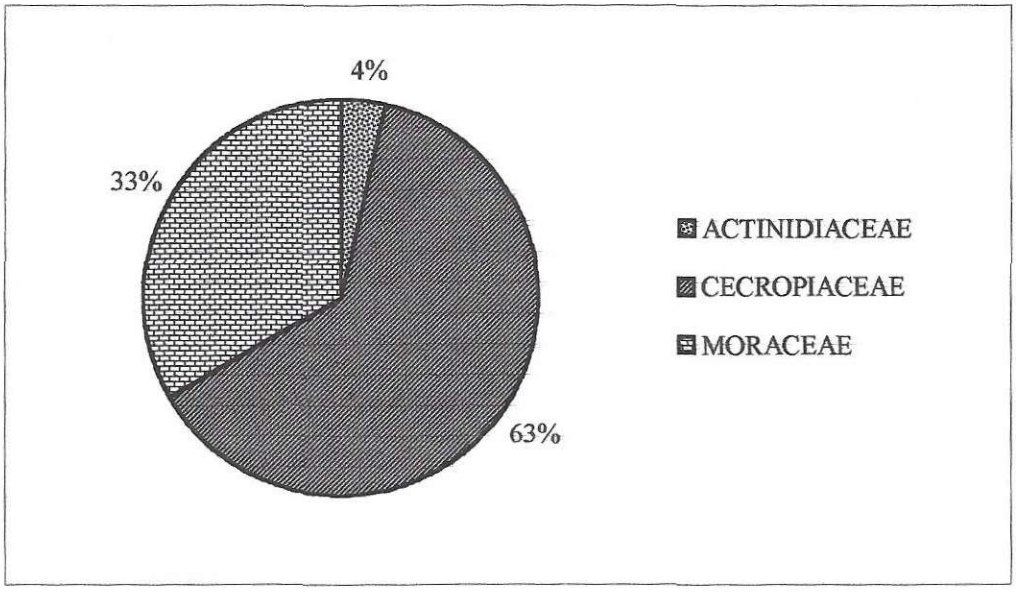


Figura 16. Proporción de cada familia vegetal en la dieta de *Platyrrhinus infuscus*. Cada ítem alimenticio ha sido agrupado dentro de su familia (No. de registros alimenticios = 27).

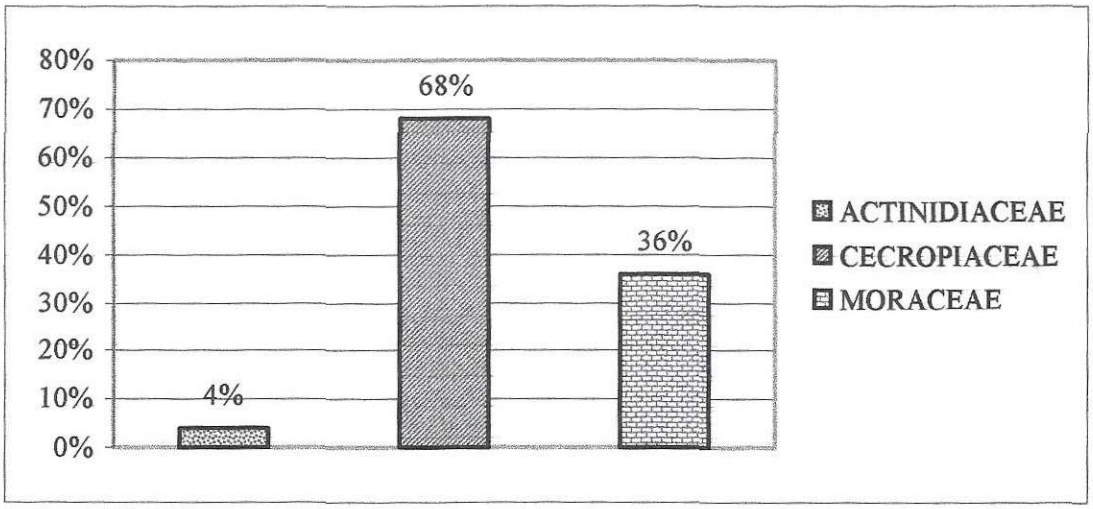


Figura 17. Proporción de utilización de cada familia vegetal a nivel de individuo, para la especie *Platyrrhinus infuscus*. Esta cifra se obtiene dividiendo el número de registros de cada familia vegetal para 25, que es el número de ejemplares de los cuales se obtuvo registros alimenticios.

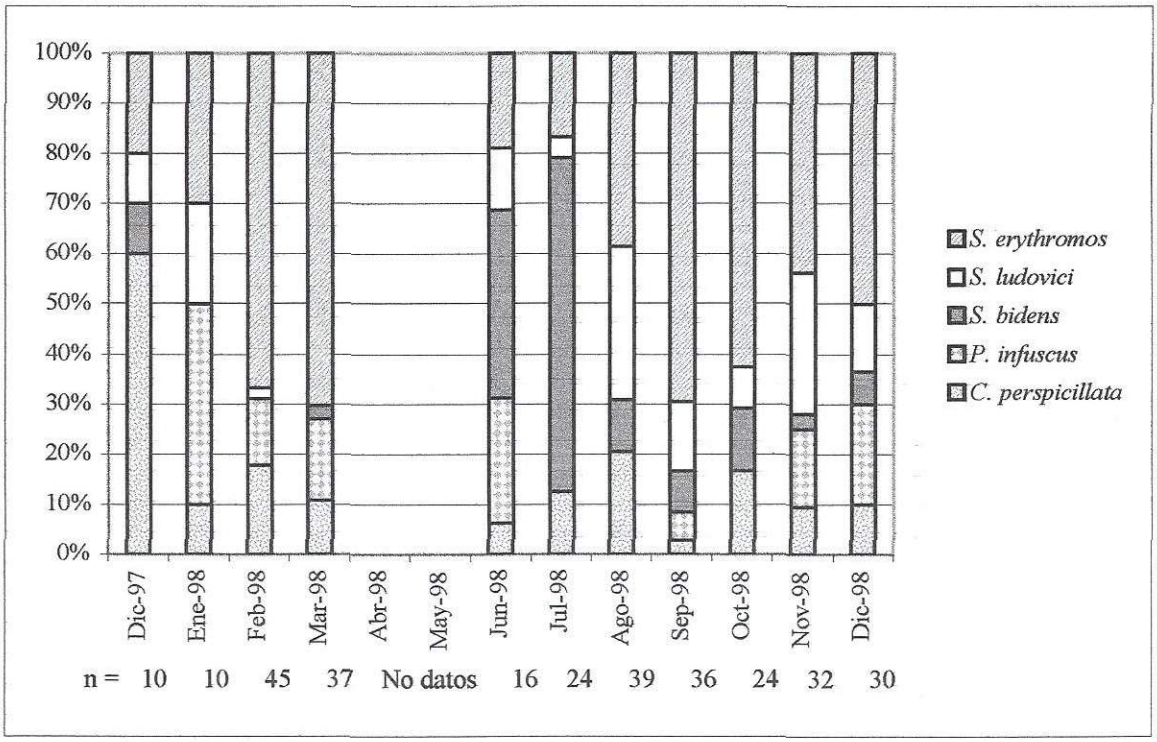


Figura 18. Abundancia relativa de especies por mes.

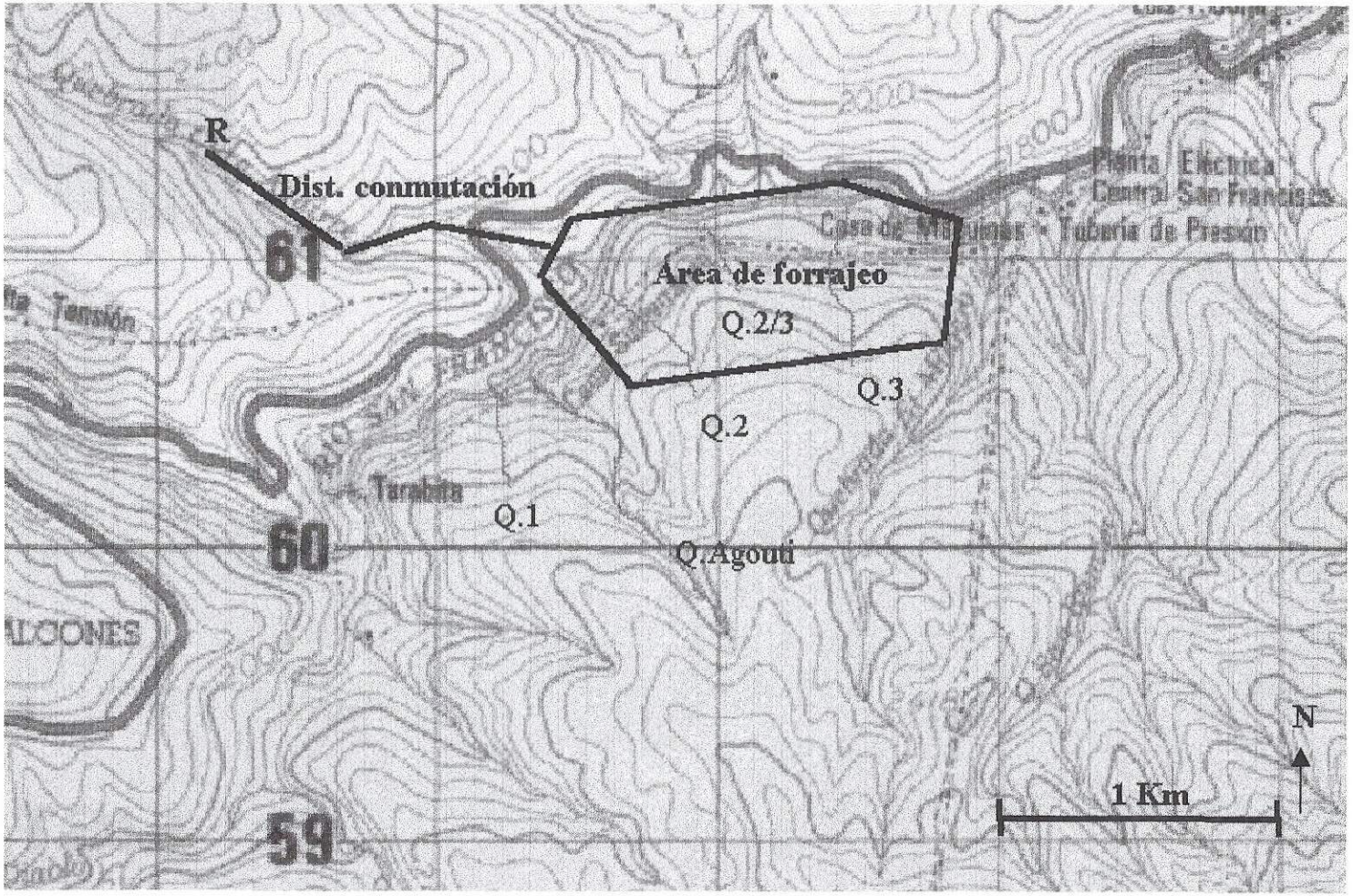


Figura 19. Polígono mínimo del área de vida del ejemplar de *Sturnira erythromos* seguido con radio telemetría (R= localización del refugio diurno). Los números en las líneas horizontales pertenecen a la cuadrícula transversa de mercator a 1000 m, zona 17, esferoide internacional.

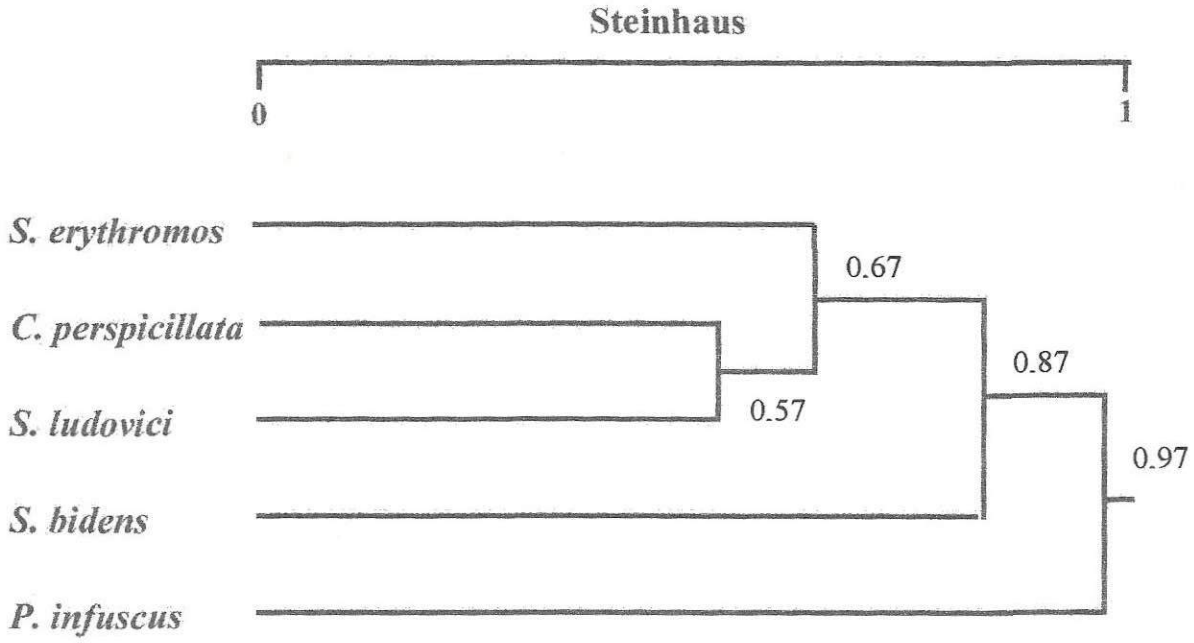


Figura 20. Agrupamiento de las especies de murciélagos frugívoros con relación a la similaridad de sus dietas. Dendrograma realizado a partir de la matriz de similaridad del índice de Steinhaus.

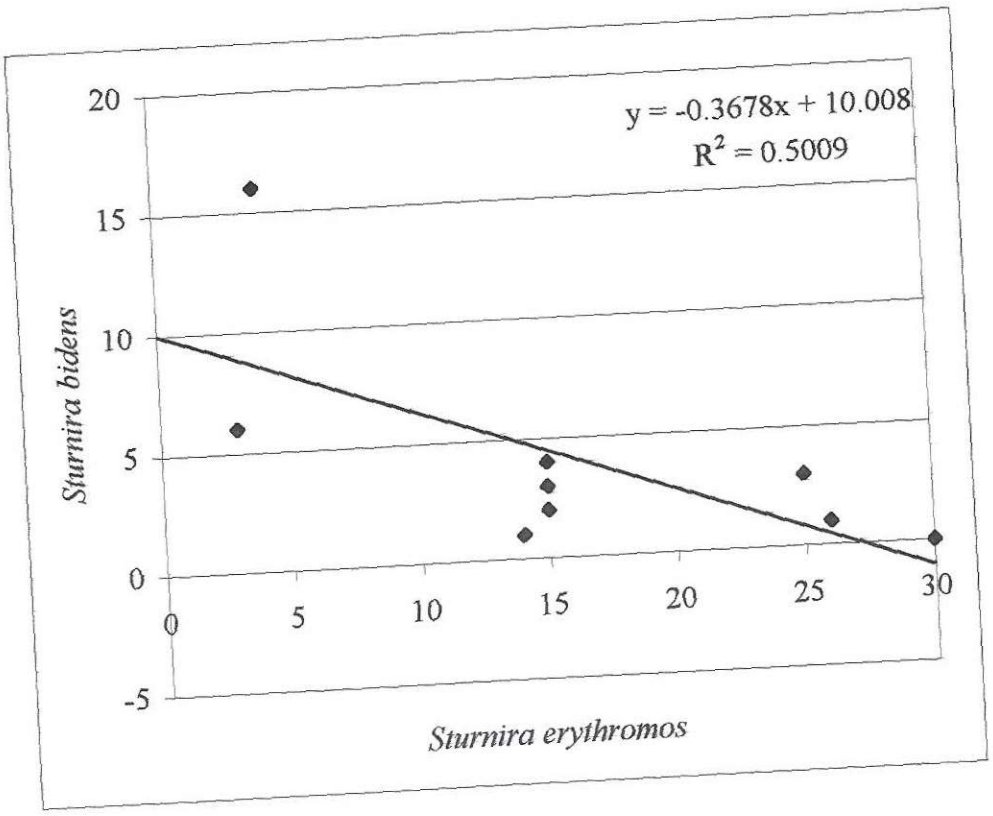


Figura 21. Regresión lineal de la presencia de *Sturnira erythromos* y *S. bidens* en el área. Las escalas en los ejes indican el número de capturas de cada especie.

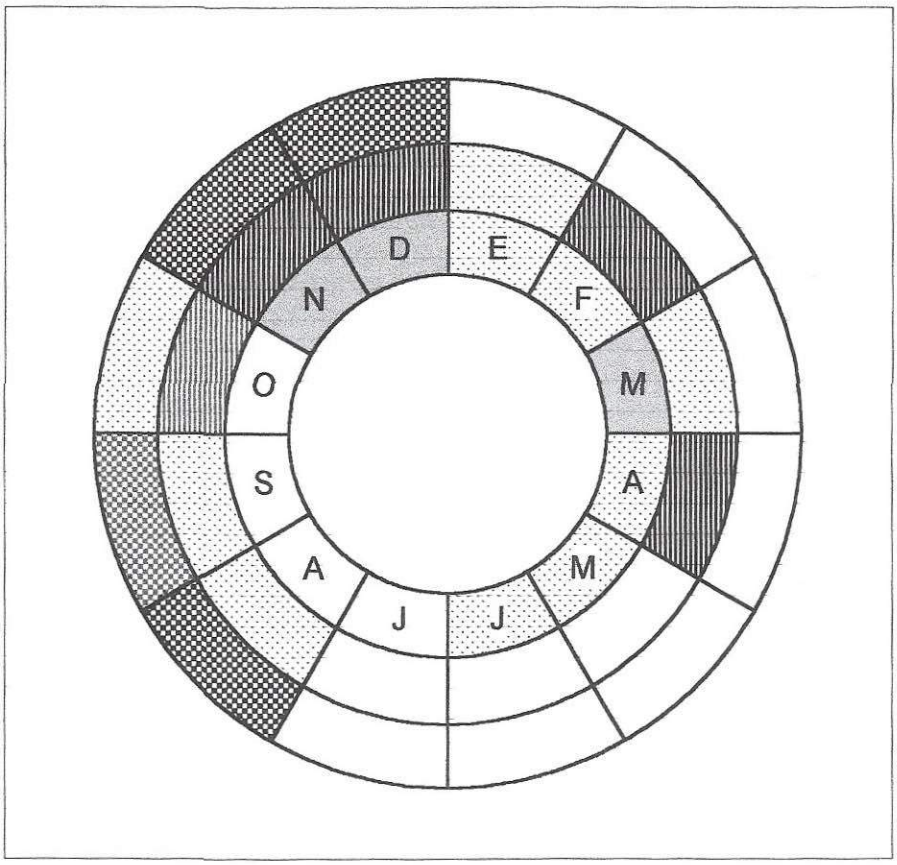


Figura 22. Ciclo reproductivo hipotético de *Sturnira erythromos*. El anillo externo representa el periodo donde se podría dar la cópula (fondo a cuadros= registro de machos con testículos escrotales); el anillo medio el periodo de gestación (fondo a líneas= registro dehembras preñadas); y, el anillo interno el periodo de lactancia. (fondo gris= registro de hembras lactantes); las casillas rellenas con fondo punteado significan que uno de los tres eventos reproductivos ocurriría en determinado mes, a pesar de no encontrarse registros.

9. TABLAS

Tabla 1. Especies de murciélagos encontradas en la ECSF, las especies en negrita son frugívoras.

Familia	Especie	No. Capturas	Abundancia Relativa
PHYLLOSTOMIDAE	*Anoura caudifer*	8	2,02%
PHYLLOSTOMIDAE	*Anoura geoffroyi*	2	0,50%
PHYLLOSTOMIDAE	***Artibeus hartii***	2	0,50%
PHYLLOSTOMIDAE	***Artibeus phaeotis***	10	2,52%
PHYLLOSTOMIDAE	***Carollia brevicauda***	4	1,01%
PHYLLOSTOMIDAE	***Carollia perspicillata***	41	10,33%
PHYLLOSTOMIDAE	***Mesophylla macconelli***	2	0,50%
PHYLLOSTOMIDAE	*Micronycteris megalotis*	8	2,02%
PHYLLOSTOMIDAE	***Platyrrhinus infuscus***	32	8,06%
PHYLLOSTOMIDAE	***Platyrrhinus lineatus***	1	0,25%
PHYLLOSTOMIDAE	***Sturnira bidens***	37	9,32%
PHYLLOSTOMIDAE	***Sturnira erythromos***	155	39,04%
PHYLLOSTOMIDAE	***Sturnira ludovici***	39	9,82%
PHYLLOSTOMIDAE	***Vampyressa pusilla***	1	0,25%
VESPERTILIONIDAE	*Eptesicus brasiliensis*	11	2,77%
VESPERTILIONIDAE	*Histiotus montanus*	4	1,01%
VESPERTILIONIDAE	*Myotis* sp.	40	10,08%
	Total	397	100,00%

Tabla 2. Registros alimenticios de la comunidad de murciélagos frugívoros. Los números representan las muestras de cada ítem alimenticio obtenidas por mes.

		1998												
Familia	**Especie / Morfotipo**	**D**	**E**	**F**	**M**	**A**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	**Totales**
ACTINIDIACEAE	*Saurauia prainiana*	1		6	1		1	1	2	1	2			15
BROMELIACEAE	Bromelia						3	13	6	3				25
CECROPIACEAE	*Cecropia montana*		1	4	5	1	3			1		4	3	22
CLUSIACEAE	*Vismia tormentosa*	1		3						2			2	8
MORACEAE	*Ficus* sp. 1		1	3	1						1	2		8
MORACEAE	*Ficus* sp. 2		2		1		2				1		2	8
MORACEAE	*Ficus* sp. 3			1										1
PIPERACEAE	*Piper* cf. *seminervosum*			1				2		4	5			12
PIPERACEAE	*Piper* cf.*nebuligandens*	4	5	10	3					1	2	10	5	40
PIPERACEAE	*Piper scutilumsum*			1										1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 1	1						1						2
PIPERACEAE	*Piper* sp. 2		1									3	2	6
PIPERACEAE	*Piper* sp. 3			3	1	1						1		6
PIPERACEAE	*Piper* sp. 4						1		1	1				3
PIPERACEAE	*Piper* sp. 5							1						1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 6			2					18	9		3		32
PIPERACEAE	*Piper* sp. 7								1	2	1	1		5
PIPERACEAE	*Piper* sp. 8								5					5
PIPERACEAE	*Piper* sp. 9								1				1	2
PIPERACEAE	*Piper* sp. 10								1	1				2
PIPERACEAE	*Piper* sp. 11									1				1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 12									2		1		3
PIPERACEAE	*Piper* sp. 13									1				1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 14										1			1
SOLANACEAE	*Solanum* sp. 1		2	3				1	2					8
SOLANACEAE	sp. 1	1		3	5				1			2	3	15
SOLANACEAE	sp. 2		1											1
SOLANACEAE	sp. 3			3					4	4			11	22
SOLANACEAE	sp. 4			1										1
SOLANACEAE	sp. 5			1							7	3		11
No identificada 1		2												2
No identificada 2		1					1						1	3
No identificada 3			1											1
No identificada 4				2					1	1	1			5
No identificada 5				1					1				1	3
No identificada 6				1										1
No identificada 7					11									11
No identificada 8							2							2
No identificada 9							1	2		1		1		5
No identificada 10					1		1	3	1	1	3	1	1	12
No identificada 11								1						1
No identificada 12								1						1
No identificada 13									1					1
No identificada 14										1				1
No identificada 15											1			1
No identificada 16											2		1	3
No identificada 17												1		1
No identificada 18													1	1
No identificada 19													1	1
No. de morfotipos / mes		7	8	18	9	2	9	10	15	18	12	13	14	
Totales mensuales		11	14	49	29	2	15	26	46	37	27	33	35	324

Tabla 3. Hábitos alimenticios de *Sturnira erythromos*. Los números representan la cantidad de registros que presentó cada ítem alimenticio por mes.

		1998											
Familia	**Especie**	**D**	**E**	**F**	**M**	**A**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	**Totales**
ACTINIDIACEAE	*Saurauia prainiana*	1		4			1		1	1	2			10
CECROPIACEAE	*Cecropia montana*				2	1								3
CLUSIACEAE	*Vismia tormentosa*			1						2				3
MORACEAE	*Ficus* sp. 2										1			1
MORACEAE	*Ficus* sp. 3			1										1
PIPERACEAE	*Piper* cf. *nebuligandens*		2	7	1					1	1	6	2	20
PIPERACEAE	*Piper* cf. *seminervosum*							1		3	2			6
PIPERACEAE	*Piper scutilumsum*			1										1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 2												1	1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 3			2	1	1						1		5
PIPERACEAE	*Piper* sp. 4									1				1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 5							1						1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 6			1					5	8		2		16
PIPERACEAE	*Piper* sp. 7									1				1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 10								1	1				2
PIPERACEAE	*Piper* sp. 11								1					1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 12									1		1		2
SOLANACEAE	*Solanum* sp. 1			3					4	4			9	20
SOLANACEAE	sp. 1	1		3	5				1			2	3	15
SOLANACEAE	sp. 3		2	3				1	1					7
SOLANACEAE	sp. 4			1										1
SOLANACEAE	sp. 5			1							7	2		10
No identificada 2							1							1
No identificada 4				1					1	1	1			4
No identificada 6				1										1
No identificada 7					11									11
No identificada 8							2							2
No identificada 9								2						2
No identificada 10					1									1
No identificada 13										1				1
No identificada 16											1			1
No. de morfotipos / mes		2	2	14	6	2	3	4	8	12	7	6	4	
Totales mensuales		2	4	30	21	2	4	5	15	25	15	14	15	152

Tabla 4. Hábitos alimenticios de *Carollia perspicillata*. Los números representan la cantidad de registros que presentó cada ítem alimenticio por mes.

		1998												
Familia	**Especie**	**D**	**E**	**F**	**M**	**A**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	**Totales**
ACTINIDIACEAE	*Saurauia prainiana*			2				1						3
BROMELIACEAE	Bromelia								2					2
CLUSIACEAE	*Vismia tormentosa*	1		2									1	4
PIPERACEAE	*Piper* cf. *nebuligandens*	4	1	3	2							1	1	12
PIPERACEAE	*Piper* cf. *seminervosum*			1				1			1			3
PIPERACEAE	*Piper* sp. 1	1						1						2
PIPERACEAE	*Piper* sp. 2		1											1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 6			1					5	1		1		8
PIPERACEAE	*Piper* sp. 7								1	1	1	1		4
PIPERACEAE	*Piper* sp. 8								2					2
PIPERACEAE	*Piper* sp. 9												1	1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 14										1			1
SOLANACEAE	sp. 1								1					1
No identificada 1		2												2
No identificada 3			1											1
No identificada 4				1										1
No identificada 5				1					1					2
No identificada 10											1			1
No identificada 15											1			1
No identificada 17												1		1
No identificada 18													1	1
No. de morfotipos / mes		4	3	7	1	0	0	3	6	2	5	4	4	
Totales mensuales		8	3	11	2	0	0	3	12	2	5	4	4	54

Tabla 5. Hábitos alimenticios de *Sturnira ludovici*. Los números representan la cantidad de registros que presentó cada ítem alimenticio por mes.

		1998												
Familia	**Especie**	**D**	**E**	**F**	**M**	**A**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	**Totales**
BROMELIACEAE	Bromelia						1		1	2				4
PIPERACEAE	*Piper* cf. *nebuligandens*		2									3	1	6
PIPERACEAE	*Piper* cf. *seminervosum*										1			1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 2											3	1	4
PIPERACEAE	*Piper* sp. 4						1		1					2
PIPERACEAE	*Piper* sp. 6								7					7
PIPERACEAE	*Piper* sp. 8								2					2
PIPERACEAE	*Piper* sp. 9								1					1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 12									1				1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 13									1				1
SOLANACEAE	*Solanum* sp. 1												2	2
SOLANACEAE	sp. 2		1											1
SOLANACEAE	sp. 5											1		1
No identificada 2		1											1	2
No identificada 9							1			1		1		3
No identificada 14										1				1
No identificada 19													1	1
No. de morfotipos / mes		1	2	0	0	0	3	0	5	5	1	4	5	
Totales mensuales		1	3	0	0	0	3	0	12	6	1	8	6	40

Tabla 6. Hábitos alimenticios de *Sturnira bidens*. Los números representan la cantidad de registros que presentó cada ítem alimenticio por mes.

		1998												
Familia	**Especie**	**D**	**E**	**F**	**M**	**A**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	**Totales**
ACTINIDIACEAE	*Saurauia prainiana*								1					1
BROMELIACEAE	Bromelia						2	13	3	1				19
PIPERACEAE	*Piper* cf. *nebuligandens*										1			1
PIPERACEAE	*Piper* cf. *seminervosum*									1				1
No identificada 10							1	3	1	1	2	1	1	10
No identificada 11								1						1
No identificada 12								1						1
No identificada 16											1		1	2
No. de morfotipos / mes		0	0	0	0	0	2	4	3	3	3	1	2	
Totales mensuales		0	0	0	0	0	3	18	5	3	4	1	2	36

Tabla 7. Hábitos alimenticios de *Platyrrhinus infuscus*. Los números representan la cantidad de registros que presentó cada ítem alimenticio por mes.

		1998												
Familia	**Especie**	**D**	**E**	**F**	**M**	**A**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	**Totales**
ACTINIDIACEAE	*Saurauia prainiana*				1									1
CECROPIACEAE	*Cecropia montana*		1	4	2		3			1		4	2	17
MORACEAE	*Ficus* sp. 1		1	2										3
MORACEAE	*Ficus* sp. 2		2		1		1						2	6
No. de morfotipos / mes		0	3	2	3	0	2	0	0	1	0	1	2	
Totales mensuales		0	4	6	4	0	4	0	0	1	0	4	4	27

Tabla 8. Número de capturas y proporciones mensuales por especie.
Abreviaturas: NC= Noches de captura; AR= Abundancia relativa por mes; NIM= Número de individuos capturados por mes; *Se= Sturnira erythromos; Cp= Carollia perspicillata; Sl= Sturnira ludovici; Sb= Sturnira bidens; Pi= Platyrrhinus infuscus.*

	NC	*Se*	AR	*Cp*	AR	*Sl*	AR	*Sb*	AR	*Pi*	AR	NIM
Dic-97	7	2	20,00%	6	60,00%	1	10,00%	1	10,00%	0	0,00%	10
Ene-98	10	3	30,00%	1	10,00%	2	20,00%	0	0,00%	4	40,00%	10
Feb-98	10	30	66,67%	8	17,78%	1	2,22%	0	0,00%	6	13,33%	45
Mar-98	14	26	70,27%	4	10,81%	0	0,00%	1	2,70%	6	16,22%	37
Abr-98	1	3	(no hay datos, capturas de abril únicamente en los tres primeros días)									3
Jun-98	10	3	18,75%	1	6,25%	2	12,50%	6	37,50%	4	25,00%	16
Jul-98	11	4	16,67%	3	12,50%	1	4,17%	16	66,67%	0	0,00%	24
Ago-98	13	15	38,46%	8	20,51%	12	30,77%	4	10,26%	0	0,00%	39
Sep-98	12	25	69,44%	1	2,78%	5	13,89%	3	8,33%	2	5,56%	36
Oct-98	10	15	62,50%	4	16,67%	2	8,33%	3	12,50%	0	0,00%	24
Nov-98	10	14	43,75%	3	9,38%	9	28,13%	1	3,13%	5	15,63%	32
Dic-98	9	15	50,00%	3	10,00%	4	13,33%	2	6,67%	6	20,00%	30
Totales	117	155		42		39		37		33		306

Tabla 9. Plantación y germinación de morfotipos de semillas hallados en excrementos de murciélagos. El tiempo de germinación se indica en días (TG).

Familia	Especie	No. Semillas plantadas	Fecha de plantación	Fecha de germinación	TG
ACTINIDIACEAE	*Saurauia prainiana*	60	26-Oct-98	25-Nov-98	30
BROMELIACEAE	Bromelia	>100	24-Jul-98	28-Ago-98	35
CECROPIACEAE	*Cecropia montana*	46	24-Jul-98	28-Ago-98	35
CLUSIACEAE	*Vismia tormentosa*	20	28-Sep-98	16-Nov-98	49
MORACEAE	*Ficus* sp. 1	20	29-Oct-98	21-Nov-98	23
MORACEAE	*Ficus* sp. 2	23	24-Jul-98	28-Ago-98	35
PIPERACEAE	*Piper* cf. *nebuligandens*	35	28-Sep-98	16-Nov-98	49
PIPERACEAE	*Piper scutilumsum*	10	24-Jul-98	No germina	
PIPERACEAE	*Piper* cf. *seminervosum*	39	28-Sep-98	07-Nov-98	40
PIPERACEAE	*Piper* sp. 1	12	24-Jul-98	20-Sep-98	58
PIPERACEAE	*Piper* sp. 2	6	24-Jul-98	No germina	
PIPERACEAE	*Piper* sp. 3	8	24-Jul-98	No germina	
PIPERACEAE	*Piper* sp. 4	4	28-Sep-98	19-Nov-98	52
PIPERACEAE	*Piper* sp. 5	11	24-Jul-98	13-Sep-98	50
PIPERACEAE	*Piper* sp. 6	80	28-Sep-98	29-Oct-98	31
PIPERACEAE	*Piper* sp. 7	20	01-Sep-98	14-Oct-98	43
PIPERACEAE	*Piper* sp. 8	>100	01-Sep-98	27-Sep-98	26
PIPERACEAE	*Piper* sp. 9	17	01-Sep-98	27-Sep-98	26
PIPERACEAE	*Piper* sp. 10	26	01-Sep-98	27-Sep-98	26
PIPERACEAE	*Piper* sp. 11	60	28-Sep-98	29-Oct-98	31
PIPERACEAE	*Piper* sp. 12	2	28-Sep-98	Si germina	?
PIPERACEAE	*Piper* sp. 13	9	28-Sep-98	29-Oct-98	31
PIPERACEAE	*Piper* sp. 14	6	29-Oct-98	Si germina	?
SOLANACEAE	*Solanum* sp. 1	30	01-Sep-98	13-Sep-98	12
SOLANACEAE	sp. 1	35	31-Oct-98	25-Nov-98	25
SOLANACEAE	sp. 2	43	24-Jul-98	No germina	
SOLANACEAE	sp. 3	17	24-Jul-98	21-Ago-98	28
SOLANACEAE	sp. 5	12	24-Jul-98	No germina	
No identificada 1		5	24-Jul-98	No germina	
No identificada 3		8	24-Jul-98	No germina	
No identificada 4		>100	01-Sep-98	No germina	
No identificada 5		8	01-Sep-98	14-Oct-98	43
No identificada 7		5	24-Jul-98	No germina	
No identificada 8		4	24-Jul-98	21-Ago-98	28
No identificada 9		3	24-Jul-98	14-Ago-98	21
No identificada 10		10	01-Sep-98	No germina	
No identificada 12		>100	01-Sep-98	21-Sep-98	20
No identificada 13		3	01-Sep-98	19-Nov-98	79
No identificada 16		5	29-Oct-98	02-Dic-98	34

Tabla 10. Registros de actividad reproductiva de la comunidad de murciélagos.
Las cifras representan el número de individuos encontrados. En el numerador se indica el número de individuos encontrados en uno de los tres estados reproductivos anotados; en el denominador se indica el total de individuos encontrados de uno de los dos sexos por mes.

	1998											Total
	E	**F**	**M**	**A**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	**anual**
Sturnira erythromos												155
Testículos escrotales							2/3	5/13		2/9	4/5	13/71
Preñadas		1/11		1/1					10/15	2/5	3/10	17/84
Lactantes			1/11							1/5	7/10	9/84
Sturnira ludovici												39
Preñadas										2/6	2/2	4/23
Lactantes										1/6		1/23
Sturnira bidens												37
Preñadas											1/1	1/13
Platyrrihinus infuscus												33
Testículos escrotales											1/3	1/21
Preñadas			2/2							2/2		4/12

Tabla 11. Resultados de medidas de amplitud de nicho utilizadas.
Abreviaturas: IFU= ítems frecuentemente utilizados (proporción de corte 5%); TM= tamaño de muestra. Los números entre paréntesis de la medida de Smith son los intervalos de confianza.

	Levins	Shannon-Wiener	Smith	IFU	TM
S. erythromos	0,400	0,836	0,858 (0,815 a 0,896)	7 de 31	152
C. perspicillata	0,456	0,878	0,915 (0,854 a 0, 961)	6 de 21	54
S. ludovici	0,604	0,911	0,939 (0,875 a 0,981)	9 de 17	40
S. bidens	0,251	0,650	0,821 (0,717 a 0,903)	3 de 8	36
P. infuscus	0,392	0,715	0,891 (0,796 a 0,963)	3 de 4	27

Tabla 12. Correlaciones realizadas entre cada índice de amplitud de nicho y el tamaño de muestra.

	Levins	Shannon	Smith	TM
S. erythromos	0.4	0.836	0.858	152
C. perspicillata	0.456	0.878	0.915	54
S. ludovici	0.604	0.911	0.939	40
S. bidens	0.251	0.65	0.821	36
P. infuscus	0.392	0.715	0.891	27
Coef. de Pearson	**-0.029**	**0.309**	**-0.251**	

Los valores del coeficiente de correlación de Pearson para los niveles de significación de 0,05 y 0,01 (con 3 grados de libertad) son de 0,8783 y 0,9587 respectivamente.

Tablas 13 (a, b, c, d, e). Resultados de medidas utilizadas para estimar el solapamiento

a) Índice de similaridad de Steinhaus*

	C. perspicillata	*S. ludovici*	*S. bidens*	*P. infuscus*
S. erythromos	0.33010	0.23958	0.05319	0.05587
C. perspicillata		0.42553	0.13333	0.02469
S. ludovici			0.15789	0.00000
S. bidens				0.03175

b) Índice de solapamiento de Pianka**

	C. perspicillata	*S. ludovici*	*S. bidens*	*P. infuscus*
S. erythromos	0.629	0.598	0.053	0.087
C. perspicillata		0.728	0.181	0.010
S. ludovici			0.318	0.000
S. bidens				0.003

c) Porcentaje de solapamiento**

	C. perspicillata	*S. ludovici*	*S. bidens*	*P. infuscus*
S. erythromos	43.3	40.8	10.2	6.5
C. perspicillata		48.0	14.9	3.7
S. ludovici			16.8	0.0
S. bidens				2.9

d) Índice de similaridad de Morisita**

	C. perspicillata	*S. ludovici*	*S. bidens*	*P. infuscus*
S. erythromos	0.707	0.706	0.042	0.066
C. perspicillata		0.898	0.163	0.008
S. ludovici			0.286	0.000
S. bidens				0.003

e) Índice de solapamiento de Horn**

	C. perspicillata	*S. ludovici*	*S. bidens*	*P. infuscus*
S. erythromos	0.559	0.552	0.174	0.138
C. perspicillata		0.594	0.312	0.047
S. ludovici			0.305	0.000
S. bidens				0.033

* Calculado a partir de Matriz A (Anexo 3)
** Calculados a partir de Matriz B (Anexo 3)

Tabla 14. Análisis de variancia realizado para comparar la presencia *de Sturnira erythromos* y *S. bidens* en el área.

	Grados de libertad	**Suma de cuadrados**	**Cuadrado medio**	**Valor de F**	**Valor de P**
Regresión	1	348,596	348,596	7,024	0,0329
Residual	7	347,404	49,629		
Total	8	696			

Tabla 15. Ítems alimenticios compartidos por *S. erythromos*, *C. perspicillata*, *S. ludovici*, *S. bidens* y *P. infuscus* . Se comparan las Tablas 3 a 7. Los números indican el número de veces que se registró cada ítem alimenticio en cada especie de murciélago. Rn la última columna se indica cuántas especies comparten cada ítem alimenticio.

Familia	Especie / morfotipo	Se	Cp	Sl	Sb	Pi	Comparten
ACTINIDIACEAE	*Saurauia prainiana*	10	3		1	1	4
BROMELIACEAE	Bromelia		2	4	19		3
CECROPIACEAE	*Cecropia montana*	3				17	2
CLUSIACEAE	*Vismia tormentosa*	3	4				2
MORACEAE	*Ficus* sp. 1					3	1
MORACEAE	*Ficus* sp. 2	1				6	2
MORACEAE	*Ficus* sp. 3	1					1
PIPERACEAE	*Piper* cf. *seminervosum*	6	3	1	1		4
PIPERACEAE	*Piper* cf. *nebuligandens*	20	12	6	1		4
PIPERACEAE	*Piper scutilumsum*	1					1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 1		2				1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 2	1	1	4			3
PIPERACEAE	*Piper* sp. 3	5					1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 4	1		2			2
PIPERACEAE	*Piper* sp. 5	1					1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 6	16	8	7			3
PIPERACEAE	*Piper* sp. 7	1	4				2
PIPERACEAE	*Piper* sp. 8		2	2			2
PIPERACEAE	*Piper* sp. 9		1	1			2
PIPERACEAE	*Piper* sp. 10	2					1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 11	1					1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 12	2		1			2
PIPERACEAE	*Piper* sp. 13			1			1
PIPERACEAE	*Piper* sp. 14		1				1
SOLANACEAE	*Solanum* sp.	20		2			2
SOLANACEAE	sp. 1	15					1
SOLANACEAE	sp. 2			1			1
SOLANACEAE	sp. 3	7	1				2
SOLANACEAE	sp. 4	1					1
SOLANACEAE	sp. 5	10	1				2
No identificada 1			2				1
No identificada 2		1		2			2
No identificada 3			1				1
No identificada 4		4	1				2
No identificada 5			2				1
No identificada 6		1					1
No identificada 7		11					1
No identificada 8		2					1
No identificada 9		2		3			2
No identificada 10		1	1		10		3
No identificada 11					1		1
No identificada 12					1		1
No identificada 13		1					1
No identificada 14				1			1
No identificada 15			1				1
No identificada 16		1			2		2
No identificada 17			1				1
No identificada 18			1				1
No identificada 19				1			1

10. ANEXOS

Anexo 1. Precipitación en el área de San Francisco, Datos de INAMHI.
* La media se obtuvo a partir de los registros de los años 1980-1986 y 1990-1994

	1997	**1998**	**Media ***
Enero	99,6	87,3	126,2
Febrero	212,9	89,9	146,1
Marzo	183,8	150	217,9
Abril	314	208	209,5
Mayo	371,3	136,2	170,5
Junio	113,2	320,3	273,4
Julio	272,1	159,7	245,8
Agosto	191,1	113,7	171,6
Septiembre	129,6	82,4	153,4
Octubre	82,9	158,6	157,3
Noviembre	150,1	84,4	112,8
Diciembre	134,7	113,8	171,6
Total	**2255,3**	**1704,3**	**2156,1**

Anexo 2. Lista de especímenes voucher. Los ejemplares se encuentran depositados en el museo del Departamento de Ciencias Biológicas de la escuela Politécnica Nacional.

Especie	Número de museo	Fecha de colección
Artibeus hartii	MEPN - 985153	13-III-1998
Artibeus phaeotis	MEPN - 985152	19-III-1998
Carollia brevicauda	MEPN - 995274	18-X-1998
Eptesicus brasiliensis	MEPN - 985206	10-VIII-1998
Micronycteris megalotis	MEPN – 985154	19-III-1998
Myotis oxyotus	MEPN - 985155	09-II-1998
Platyrrhinus infuscus	MEPN - 985150	26-III-1998
Sturnira bidens	MEPN - 985151	28-III-1998
Sturnira erythromos	MEPN - 985204	10-VIII-1998
Sturnira erythromos	MEPN - 995273	29-XI-1998
Sturnira ludovici	MEPN - 985205	10-VIII-1998

Anexo 3. Matrices utilizadas para calcular índices de solapamiento.

Matriz A*

Especie	Morfotipos de semillas																																																
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**	**49**	**TOTAL**
S. erythromos	0	20	0	3	10	1	15	0	0	7	1	0	3	20	1	1	1	1	4	5	6	0	10	1	11	0	2	2	1	1	1	0	0	16	1	0	0	2	1	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	152
C. perspicillata	2	12	2	4	3	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	8	4	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	54
S. ludovici	0	6	0	0	0	2	0	0	1	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	4	0	3	2	0	0	0	0	7	0	2	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	40
S. bidens	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	19	0	0	0	10	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	36
P. infuscus	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	17	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27

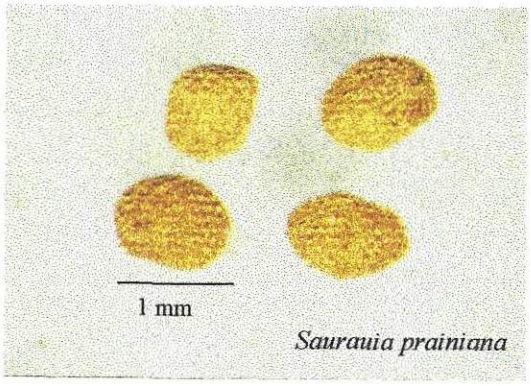
Matriz B**

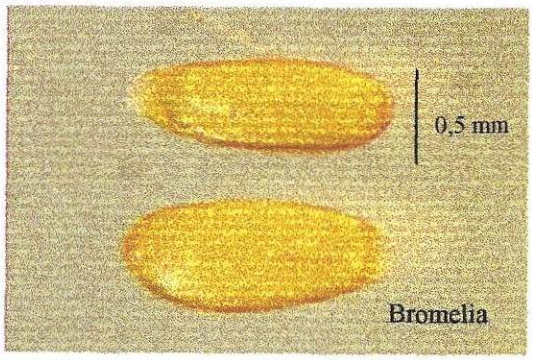
Especie	Morfotipos de semillas																														
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**TOTAL**
S. erythromos	0	20	0	3	10	1	15	0	7	1	3	20	1	4	5	6	0	10	11	0	2	2	1	1	16	1	0	0	2	2	1	145
C. perspicillata	2	12	2	4	3	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	3	2	0	0	2	0	0	0	1	8	4	2	1	0	0	0	49
S. ludovici	0	6	0	0	0	2	0	0	0	4	0	2	0	0	0	1	0	1	0	4	0	3	2	0	7	0	2	1	0	1	0	36
S. bidens	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	19	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	2	34
P. infuscus	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	17	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27

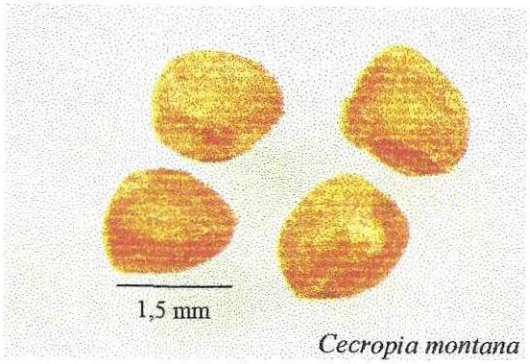
* Mediante esta matriz se calculó el índice de similaridad de Steinhaus. Los números 1 a 49 en la primera fila indican el número de morfotipos de semillas utilizados para realizar la comparación.

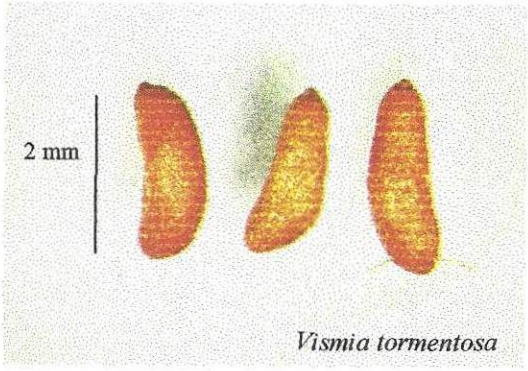
** Mediante esta matriz se calcularon los índices de Pianka, Morisita, Horn y porcentaje de solapamiento. No se tomaron en cuenta los morfotipos de semillas registrados una sola vez, por lo que los ítems alimenticios quedaron reducidos a 31.

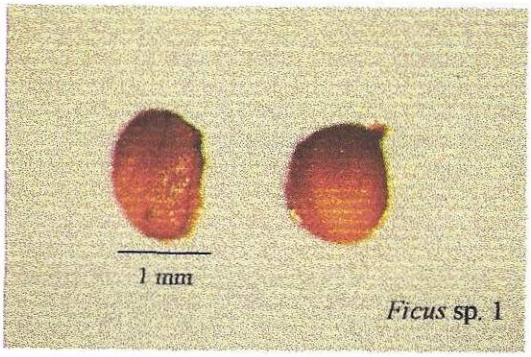
Anexo 4. Fotografías de morfotipos de semillas hallados.

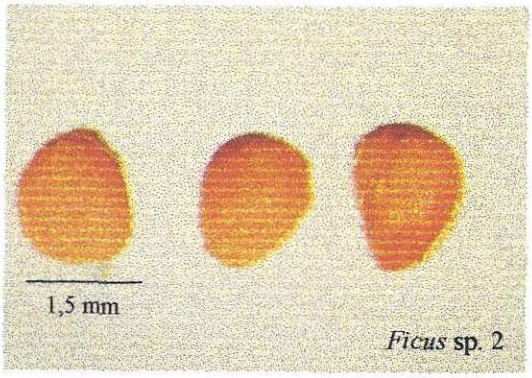


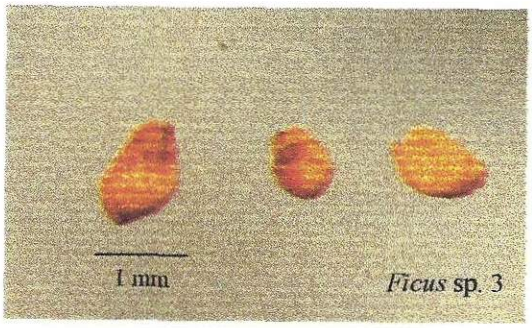


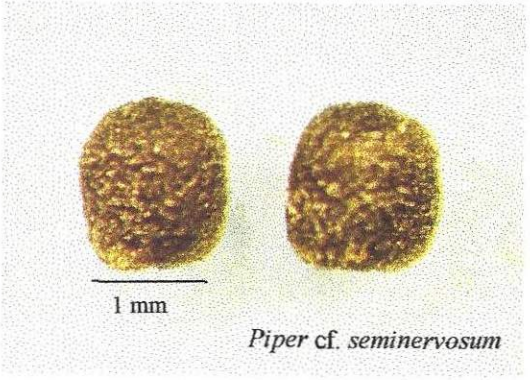


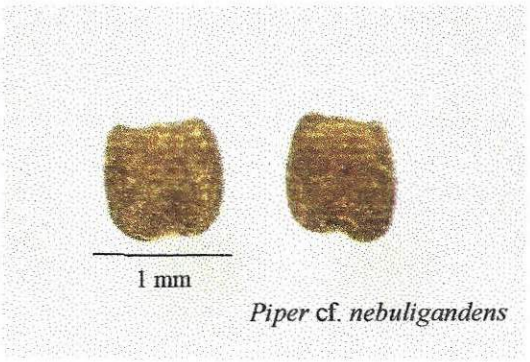


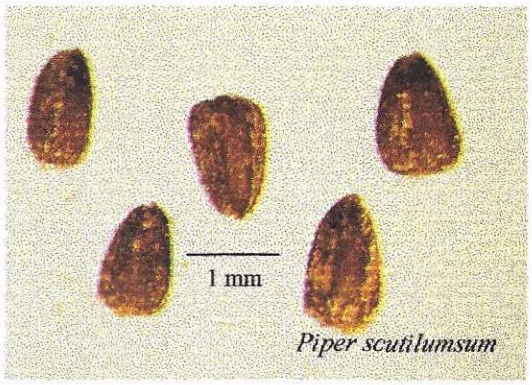


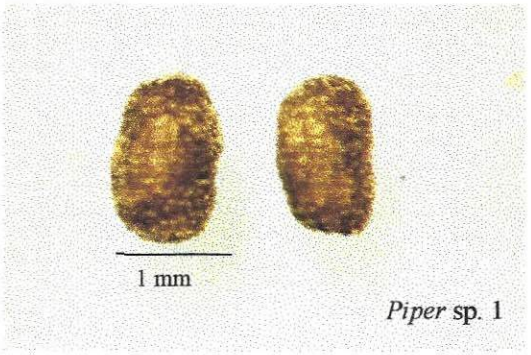


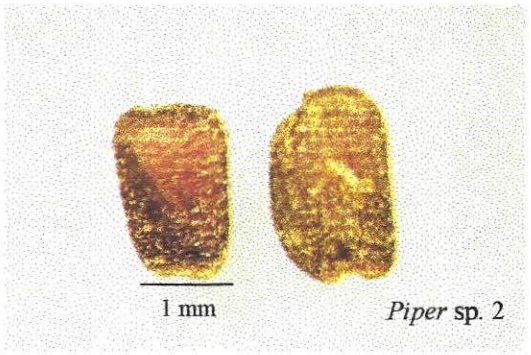


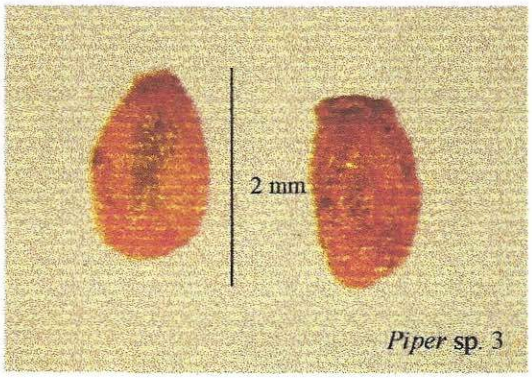


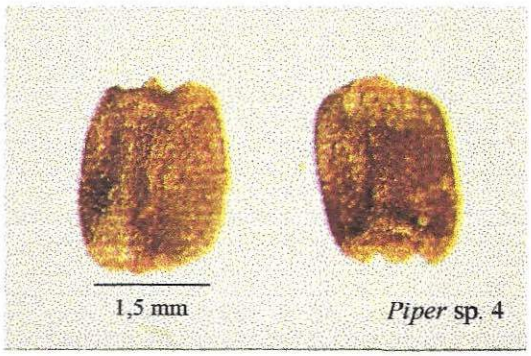

1 mm
Piper cf. *nebuligandens*

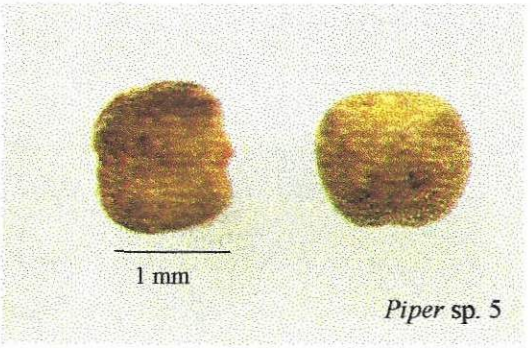

1 mm
Piper scutilumsum

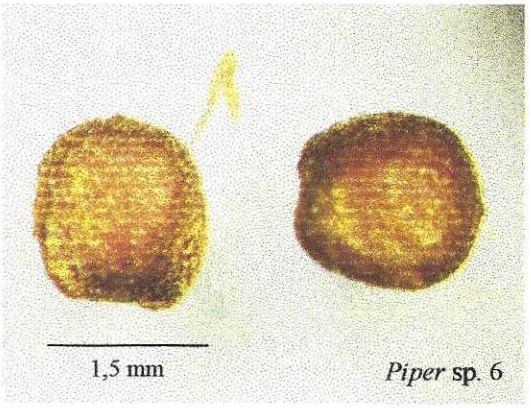

1 mm
Piper sp. 1

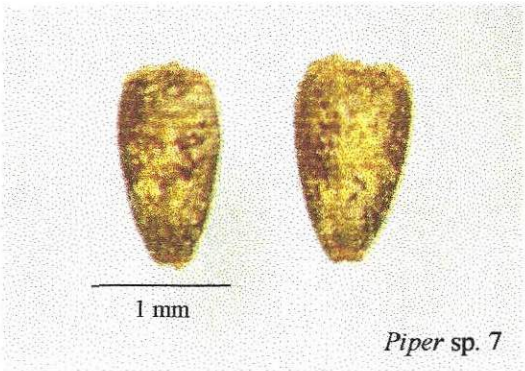

1 mm
Piper sp. 2


2 mm
Piper sp. 3

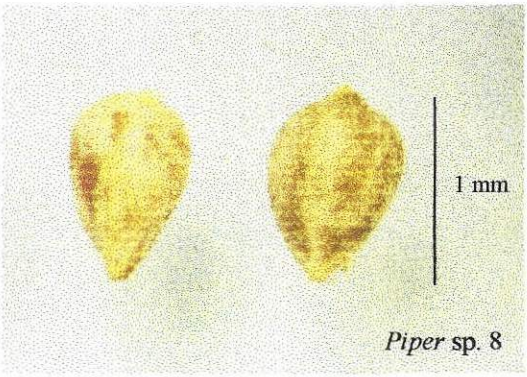

1,5 mm
Piper sp. 4


1 mm
Piper sp. 5

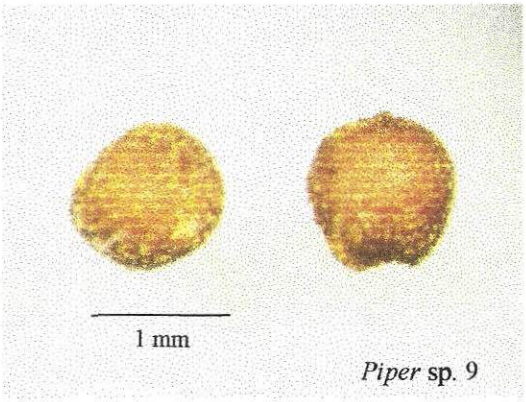

1,5 mm
Piper sp. 6



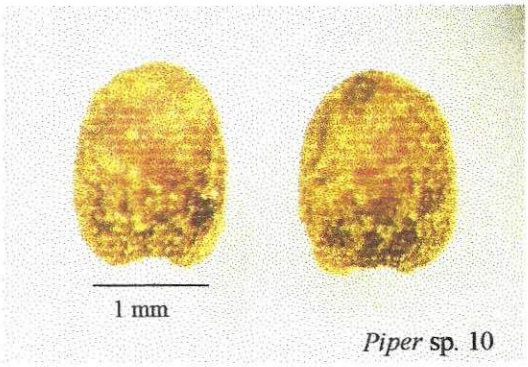
Piper sp. 7



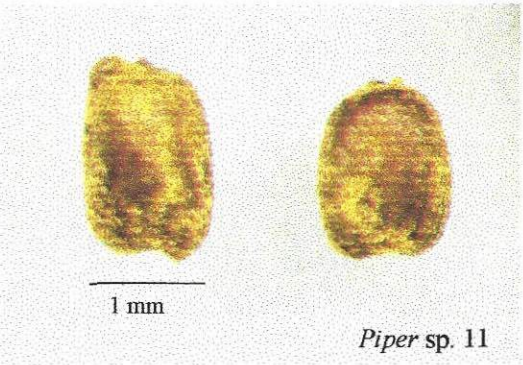
Piper sp. 8



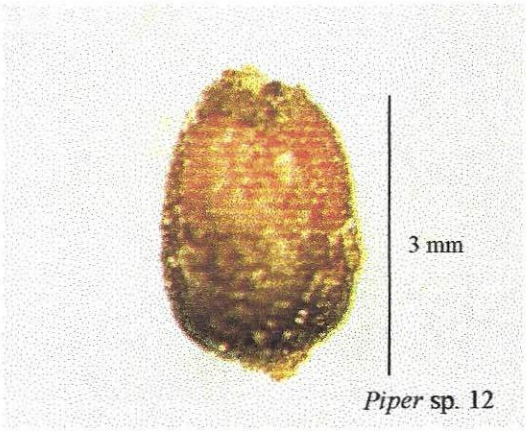
Piper sp. 9



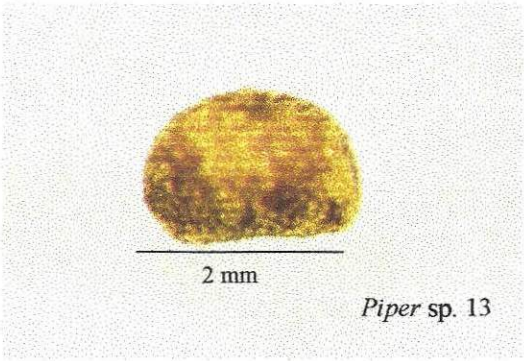
Piper sp. 10



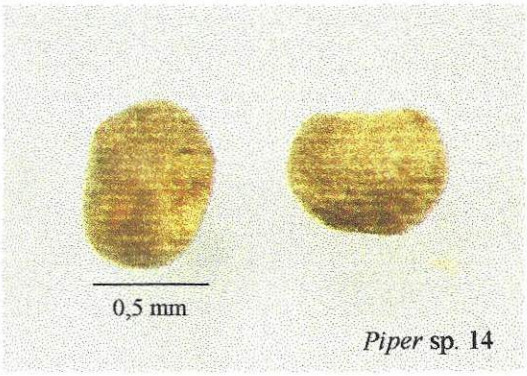
Piper sp. 11



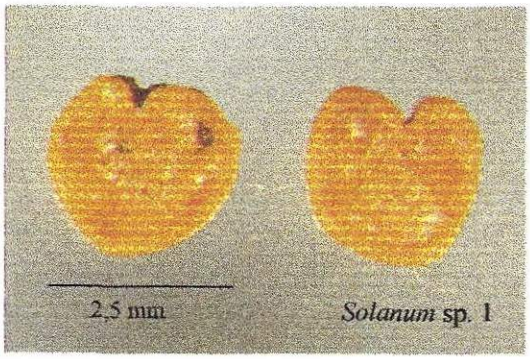
Piper sp. 12

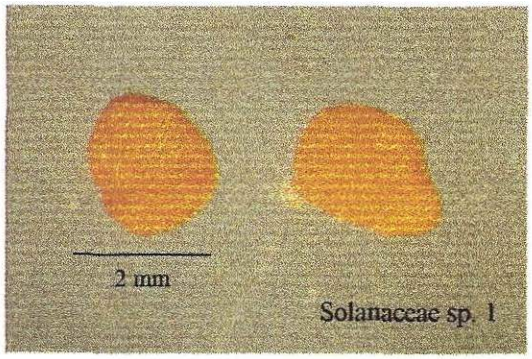


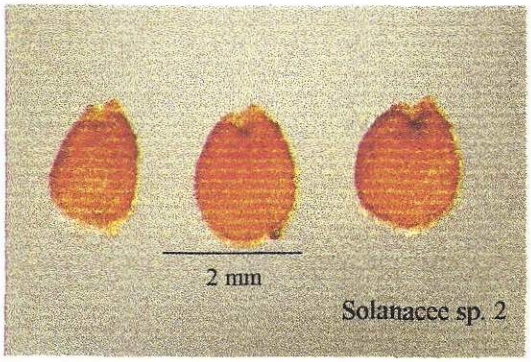
Piper sp. 13

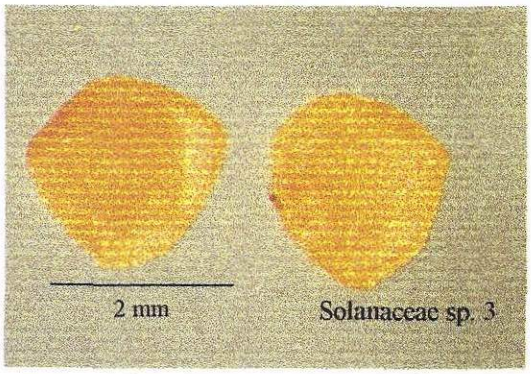


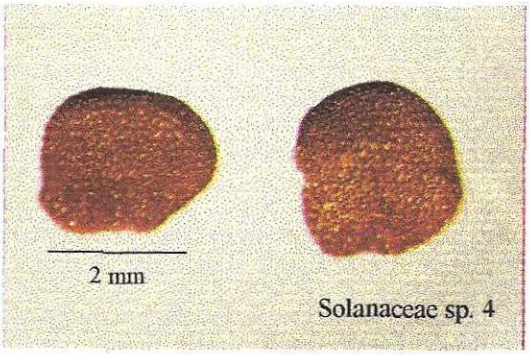
Piper sp. 14

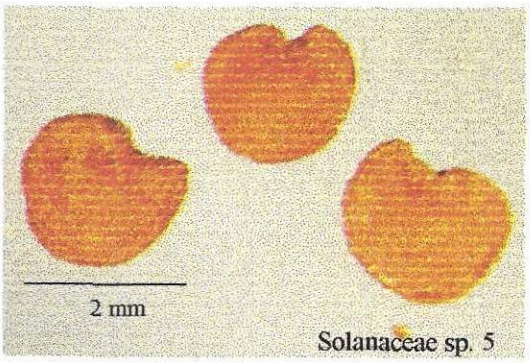

2,5 mm
Solanum sp. 1

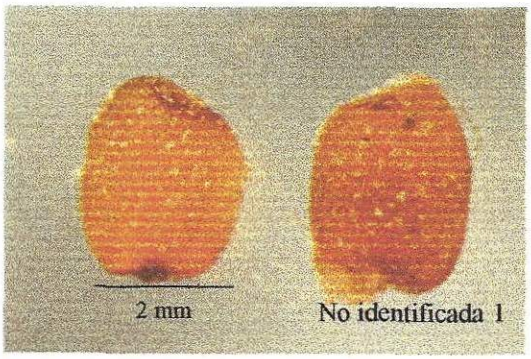

2 mm
Solanaceae sp. 1

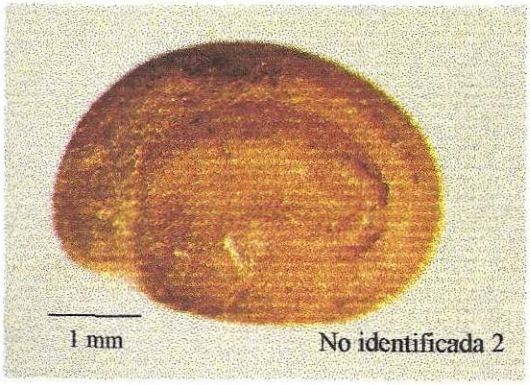

2 mm
Solanacee sp. 2

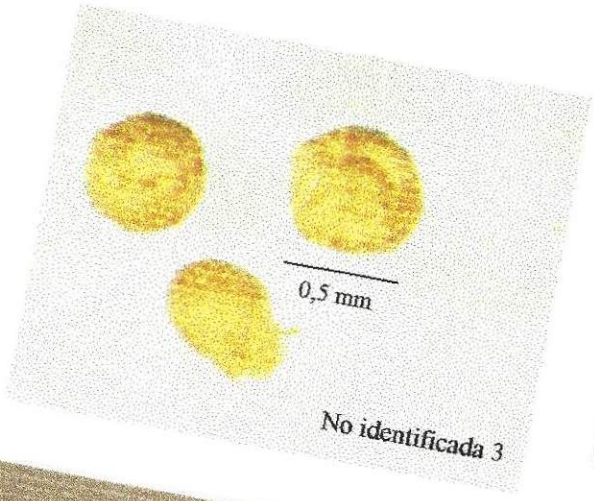

2 mm
Solanaceae sp. 3


2 mm
Solanaceae sp. 4

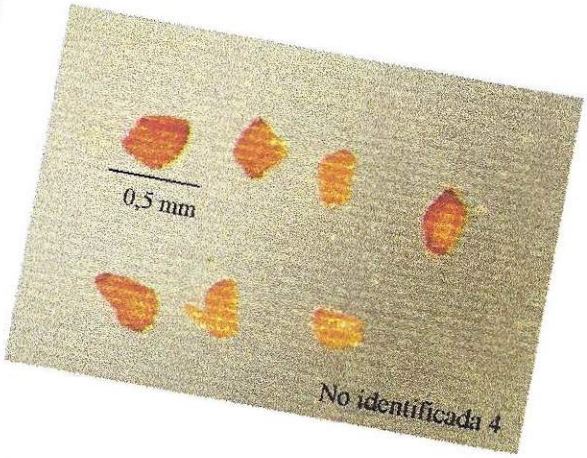

2 mm
Solanaceae sp. 5


2 mm
No identificada 1

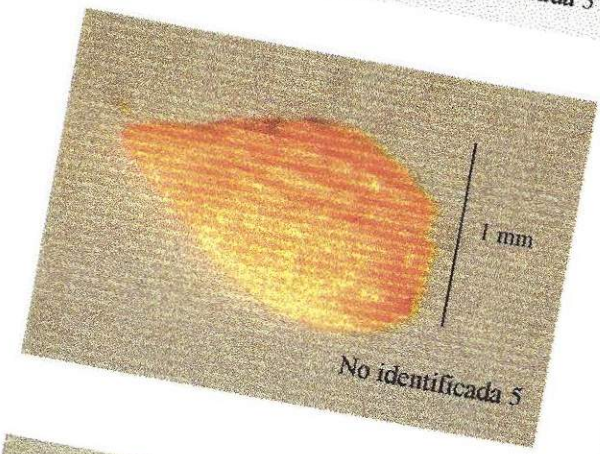

1 mm
No identificada 2



No identificada 3



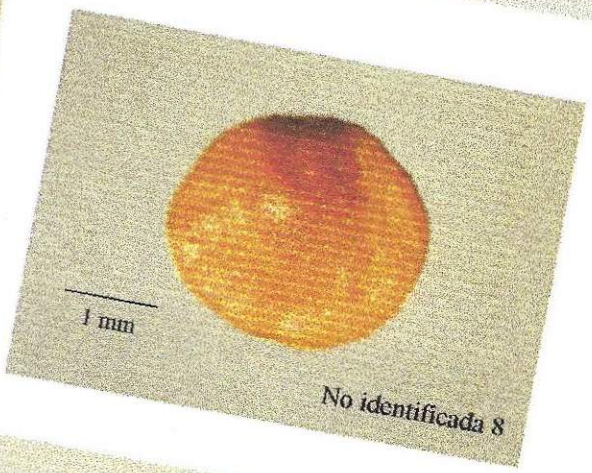
No identificada 4



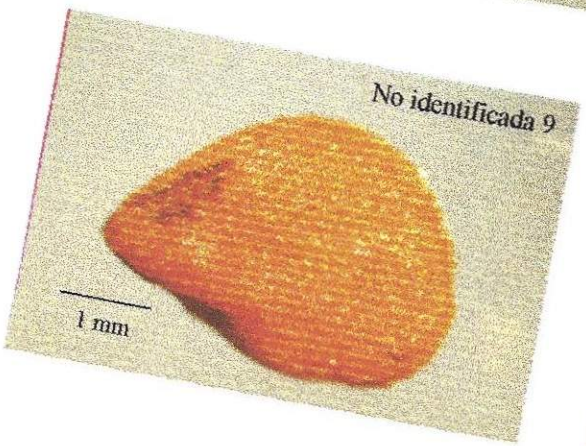
No identificada 5

No identificada 6

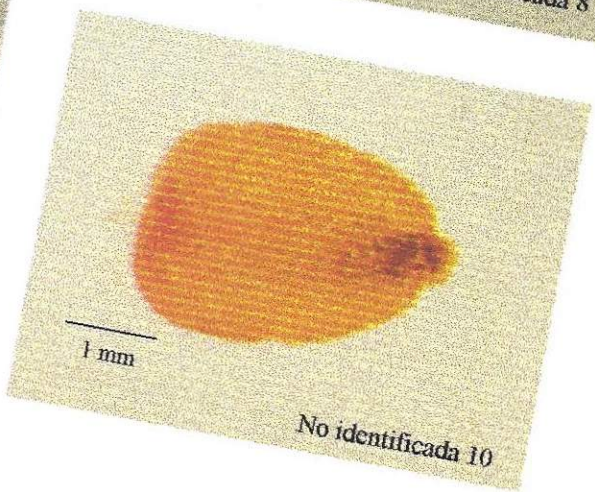
No identificada 7



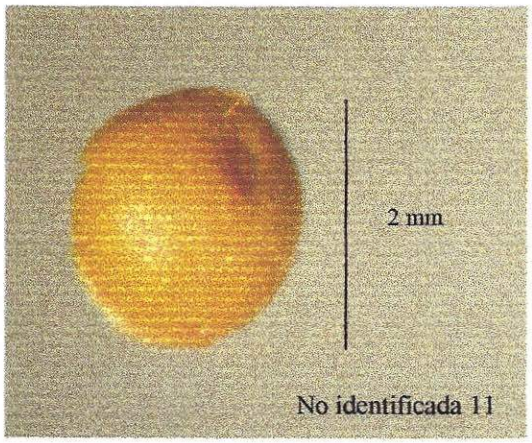
No identificada 8



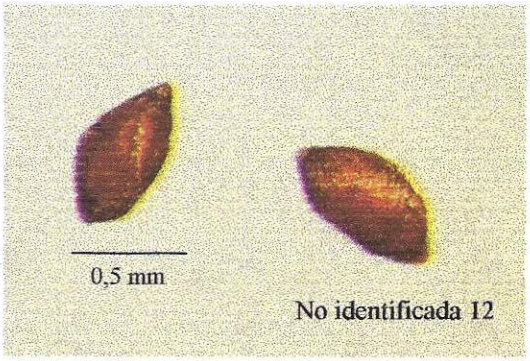
No identificada 9



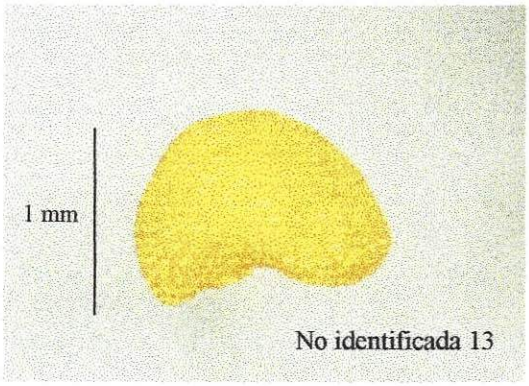
No identificada 10



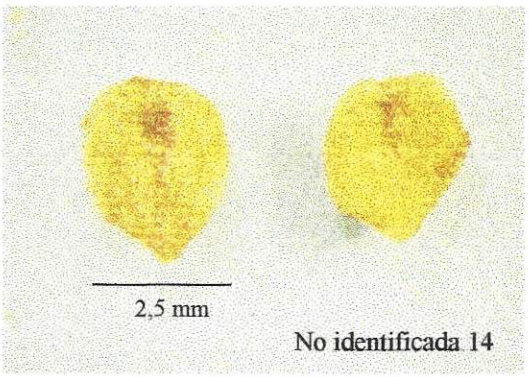
No identificada 11



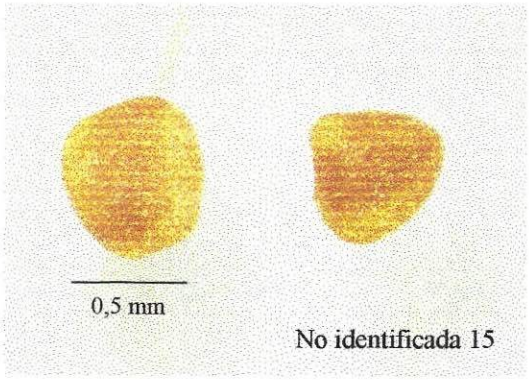
No identificada 12



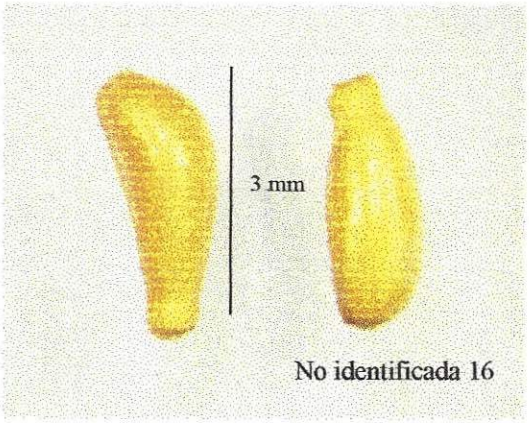
No identificada 13



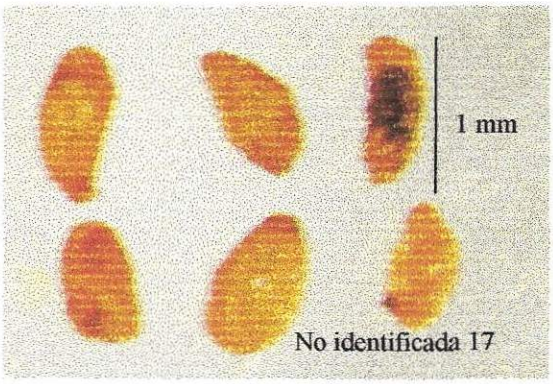
No identificada 14



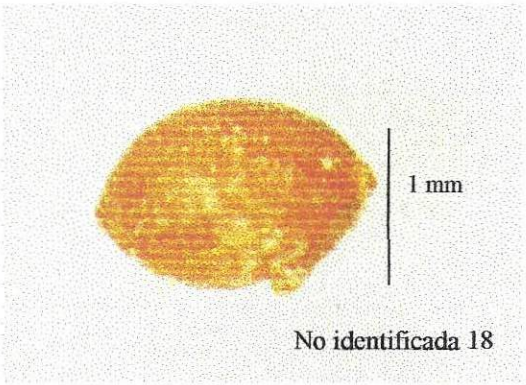
No identificada 15



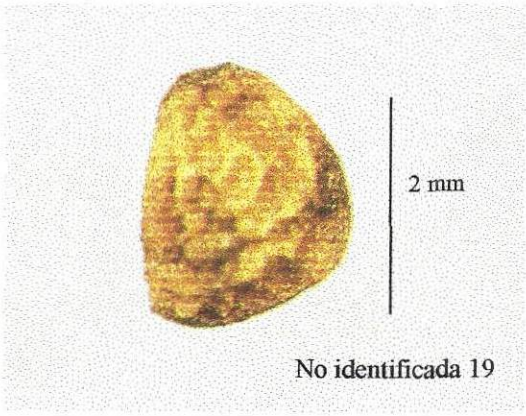
No identificada 16



No identificada 17



No identificada 18



No identificada 19